

LES LATÉRITES DE LA GUINÉE

ET LES PRODUITS D'ALTÉRATION

QUI LEUR SONT ASSOCIÉS

PAR

A. LACROIX

Depuis une quinzaine d'années, je poursuis l'étude des minéraux et des roches de la Guinée. J'ai donné en 1911, dans ces *Archives* (1), le résultat de mes observations concernant les roches alcalines de l'Archipel de Los. Bien des points de ce sujet restaient à élucider, les matériaux, très riches d'ailleurs, que j'avais eus à ma disposition ayant été recueillis par des explorateurs ou par des fonctionnaires coloniaux d'un grand zèle, mais non géologues.

M. William Ponty, Gouverneur général de l'Afrique Occidentale, ayant bien voulu s'intéresser à mes études, m'a récemment donné, sur la proposition de M. Mouneyres, Inspecteur général des Travaux publics de la Colonie, de précieuses facilités de voyage, qui m'ont permis de continuer sur le terrain ces travaux commencés dans le laboratoire.

Je tiens à lui en exprimer toute ma gratitude.

C'est ainsi que, l'hiver dernier, j'ai pu non seulement explorer en détail l'Archipel de Los, mais encore traverser de part en part la Guinée. Les tranchées, encore fraîches, du chemin de fer de Conakry au Niger fournissent des coupes particulièrement précieuses dans ce pays tropical, où

(1) 5^e Série, t. III, 1-128, pl. I-X, 1911.

les affleurements de roches intactes sont si rares. J'ai visité, en outre, jusqu'au Niandan, affluent de droite du Niger, les chantiers du chemin de fer en construction de Kouroussa à Kankan; puis, après avoir descendu le grand fleuve en chaland jusqu'à Siguiri, j'ai fait une tournée dans le Bouré, partie de l'ancien Soudan, et suis revenu au Niger par son affluent de gauche, le Tinkisso. Le retour à Conakry a été effectué par la même route, mais avec arrêt en des points non visités à l'aller.

M. le Gouverneur général avait bien voulu attacher à ma Mission un de mes anciens élèves, M. l'administrateur Henry Hubert, auquel on doit la première carte géologique de l'Afrique occidentale. M. Hubert a été non seulement pour nous un aimable et savant compagnon d'excursions, mais il m'a rendu plus facile le voyage, en s'occupant des multiples détails d'organisation, qui ont une si grande importance dans la brousse.

Au cours de la construction du chemin de fer du Niger, son créateur et premier directeur, M. le Gouverneur Salesses, ainsi que M. le Colonel Almand, son directeur actuel, m'avaient communiqué les très riches collections de roches que j'ai étudiées alors. J'ai eu plaisir à être leur hôte; grâce à l'accueil que j'ai reçu et aux facilités exceptionnelles mises à ma disposition, j'ai pu examiner à loisir et fructueusement les 600 kilomètres qui séparent la côte du Niandan. Je ne veux pas laisser passer cette occasion sans témoigner toute mon admiration pour l'œuvre accomplie par la construction de ce chemin de fer dans des conditions souvent très difficiles à tous égards. En remerciant ces messieurs, je n'oublie pas les personnes de leur entourage qui m'ont été utiles et, en particulier, le capitaine Jessé et M. Sempré.

Je tiens aussi à exprimer ma gratitude à M. le Gouverneur Poiret et à tous les fonctionnaires de l'administration locale, avec lesquels j'ai été en relations. A Conakry, en particulier, M. le Commandant Aubert, chef du Service des Travaux publics, a mis obligeamment à ma disposition un petit vapeur, qui nous a été précieux pour l'exploration de l'Archipel de Los; enfin M. Mugnier-Serand, qui nous a offert l'hospitalité dans son phare de Tamara, m'a conduit, avec une inépuisable complaisance, dans tous les points où, depuis plusieurs années, il m'a recueilli avec tant de dévoue-

ment les magnifiques collections de roches que j'ai antérieurement décrites.

Le présent mémoire est consacré aux latérites de la Guinée et aux produits d'altération qui leur sont associés. Le manque de place m'a forcé de renvoyer au prochain volume des remarques sur les formations similaires de Madagascar et un complément à mon travail antérieur sur les syénites néphéliniques de l'Archipel de Los.

INTRODUCTION

§ I. — La question de la latérite.

Tous ceux, explorateurs, géographes, géologues, qui ont visité les pays intertropicaux, ont été frappés par l'intensité des décompositions atmosphériques des roches les plus diverses et par l'analogie d'aspect que prend le sol, généralement coloré en rouge, qui résulte de l'action des phénomènes de ce genre.

Le nom de *latérite* revient à tout moment dans la bouche et sous la plume des écrivains coloniaux, mais l'unanimité cesse dès que l'on questionne sur la signification attribuée à ce terme.

Aussi bien, semble-t-il, que dans l'esprit de la plupart, ce mot soit aussi imprécis qu'il l'était dans celui de F. Buchanan, lorsqu'en 1807 ce géologue (1), pour la première fois, le tira du latin *later*, brique, pour désigner les terres rouges de l'Inde (2). Pendant plus de trois quarts de siècle, il a été employé dans un sens géologique, pour spécifier une formation superficielle, plutôt qu'une roche de composition déterminée (3).

En 1898, s'ouvre une nouvelle phase de l'histoire de la latérite. Dans un mémoire célèbre (4), M. Max Bauer, étudiant les roches des îles Sey-

(1) A. *Journey from Madras through the countries of Mysore, Canara and Malabar*, London, 1807, t. II, p. 441.

(2) Parce que cette terre sert à la fabrication des briques et non, comme on l'a dit quelquefois, parce qu'elle ressemble à la brique.

(3) Une importante bibliographie détaillée a été donnée par G.-C. Du Bois (*Miner. u. petr. Mitt.*, XXII. 1, 1903), dans un mémoire consacré à la latérite de Surinam.

(4) *Neues Jahrbuch f. Miner. u. Petr.*, 1898, p. 163.

chelles, fit voir que le résultat ultime de la décomposition de toutes ces roches, quelles qu'elles soient (granite, gneiss, diabases, etc.), consiste essentiellement, lorsqu'on met à part les éléments non altérés tels que le quartz, en un mélange d'hydrates de fer et d'alumine et aussi de titane, dont les proportions relatives dépendent de la constitution originelle de la roche, les autres éléments, alcalis, chaux, magnésie, silice, étant plus ou moins complètement éliminés.

Comme il arrive généralement en géologie, lorsqu'apparaît une vue nouvelle, cette conclusion a été immédiatement généralisée d'une façon excessive, et beaucoup d'auteurs l'ont appliquée, sans contrôle, à tous les produits d'altération des roches silico-alumineuses des pays tropicaux, employant dès lors ce nom de latérite avec une signification minéralogique très précise et unique.

Mais une semblable généralisation n'était pas correcte. Van Bemelen (1) et M. Max Bauer (2) lui-même n'ont pas tardé à montrer que, dans les latérites riches en hydrates, il existe souvent, à côté de ceux-ci, une quantité, souvent non négligeable et parfois considérable, de silicates d'alumine, sans que les caractères extérieurs des roches ainsi constituées diffèrent en rien de ceux des latérites n'en contenant pas. Enfin, de véritables argiles, de vrais kaolins, abondent sous les tropiques, et ils sont, eux aussi, souvent colorés en rouge par de l'oxyde de fer.

A partir de cette époque, de nombreuses discussions ont éclaté sur la question de savoir ce qu'il faut appeler latérite ; la bauxite, essentiellement constituée, elle aussi, par des hydrates alumineux et ferriques, a été entraînée dans la bataille, pour laquelle l'opinion que j'ai émise incidemment a parfois servi de projectile.

Je ne crois pas nécessaire d'insister sur ces polémiques, bien résumées, d'ailleurs, dans une récente note de M. L. Leigh Fermor (3). Il me paraît que les discussions de ce genre, faites à coup de textes, extraits de mémoires écrits par des savants, qui ne se préoccupaient souvent pas du sujet au même point de vue que nous, sont tout à fait stériles.

(1) *Arch. néerl. Sc. expér. et nat.*, XV, 1910, p. 284-320.

(2) *Neues Jahrb. f. Miner. u. Petr.*, Beil., Bd. 1908, p. 39-90.

(3) What is laterite ? (*Geol. Magaz.*, t. VIII, p. 454-462 ; 507-516 ; 556-566, 1911).

La question doit être traitée non par voie de priorité, mais par autorité. Voici, complété, le point de vue auquel je me suis arrêté depuis longtemps (1) et les raisons qui m'y ont conduit.

Si, dans les pays tropicaux, on rencontre des exemples incontestables, — et je vais en discuter plusieurs au cours de ce mémoire, — de transformation de roches silico-alumineuses, aboutissant à des silicates d'alumine, identiques à ceux qui sont la règle habituelle sous les climats tempérés, il n'en est pas moins vrai qu'il existe aussi un type spécial, se trouvant soit à l'état pur, soit avec des passages ménagés au précédent, ce type spécial est caractérisé par l'abondante production des hydrates d'alumine et de fer.

Si l'on veut établir des distinctions entre certains des processus d'altération des roches sous les climats tropicaux et sous les climats tempérés, — et cela est indispensable, — il est donc non seulement logique, mais encore nécessaire de demander la caractéristique différentielle aux caractères qui sont spéciaux à l'un ou à l'autre de ces climats. On est donc ainsi conduit à mettre en première ligne la prédominance des hydrates.

Voilà pourquoi je crois opportun de désigner comme *latérites* les roches répondant à la définition suivante, et d'en exclure toute autre :

« *Les produits de décomposition de toutes les roches silicatées alumineuses caractérisés, au point de vue chimique, par la prédominance des hydroxydes d'aluminium et de fer, avec généralement de l'oxyde de titane, après élimination plus ou moins complète des autres éléments de la roche fraîche : alcalis, chaux, magnésie et silice.* »

Ce point de vue est celui adopté par les géologues de l'Inde, le pays où la latéritisation a été le plus étudiée : il a été clairement exposé récemment par M. Fermor dans la note à laquelle j'ai fait allusion plus haut. Ce géologue a proposé, en outre, toute une nomenclature, qui est résumée dans le tableau ci-joint, que je reproduis textuellement.

(1) *Minéralogie de la France et de ses colonies*, t. III, p. 346, 1901.

Chemically-formed rocks.						Transported rocks (mechanically formed) (1).			
Original Rocks.	Mode of formation.	I. Lithomarge, clay, soils, etc. < 25 % L. C.	II. Lateritic rocks. 25-50 % L. C.	III. Siliceous laterites (and lateritoids). 50-90 % L. C.	IV. True laterites (and lateritoids). 90-100 % L. C.	V. Varieties of IV.	Original rocks.	VI. Detrital laterites (lateritife). 40-100 % L. C.	VII. Soils and lateritic earthbs. < 40 % L. C.
<i>Basic rocks</i> — Basalts, dolerites, gabbros, basic gneisses, hornblende-schist, etc.	Weathering in situ.	LITHOMARGE, CLAY, soils, sands, earth, and partially decomposed rocks.	<i>Lateritic lithomarge and clay. Lateritic soil.</i>	Lithomargic laterite.	True LATERITE.	(Bauxite, iron-ore, manganese- ore.	Any of Groups I to V, alone, or mixed with extraneous material.	DETRITAL LATERITE (Lateritife).	Clays, soils, sands, carbbs, etc. (<i>lateritic</i> , if 25-40 0/0, L. C.).
<i>Acid rocks</i> — Granites, gneisses, mica-schists, etc.			<i>Quartzose lateritic lithomarge. Lateritic soil.</i>	Quartzose laterite, (sometimes lithomargic as well).					
Any rocks that yield iron (manganese and alumi- nium) to meteoric waters.	Chemical depo- sition in lake.			Siliceous lake laterites.					
Mica-schists, quartzites, etc.	Metasomatic replacement.	Quartzites and schists become veined with Fe and Mn oxides, and pass into <i>lateritoid</i> « <i>brec- cias</i> » and these into III.		<i>Quartzose and sericitic lateritoids.</i>	LATERITOID.	Iron-ore, manganese- ore.			

NOTE. L. C. denotes « lateritic constituents ».

(1) Frequently with cementing by chemical re-arrangement of the lateritic material.

Je laisse de côté pour l'instant ce que M. Fermor appelle *lake laterite*, *lateritoid* et *lateritite*. Je m'occuperai plus loin de ces distinctions, et je ne traiterai ici que du groupe des latérites proprement dites afin de définir, dès à présent, les termes dont je vais me servir au cours de ce mémoire, ce qui aidera à la clarté de ce travail.

J'accepte la classification de M. Fermor, sous les réserves suivantes, légitimées par la nature des roches que j'étudie.

Tout d'abord, je réunirai ses divisions I et II, plus de détails de nomenclature me paraissant superflus. En ce qui concerne les types de latérites quartzeuses, il me semble plus logique de baser les divisions non pas sur la composition de la roche prise comme un bloc, mais sur ses éléments néogènes seulement. Je distribuerai donc les latérites quartzeuses dans les sous-groupes, non d'après leur teneur totale en hydrates (éléments latéritiques), mais d'après leur richesse en ceux-ci, déduction faite du quartz d'origine primordiale.

Une modification plus importante doit être apportée à mon avis à cette classification. M. Fermor n'a considéré la question qu'au point de vue chimique ; or, il s'agit là de roches, qui ont non seulement une composition chimique, mais une composition minéralogique. Pour rester dans les principes généraux de la pétrographie, il est donc indispensable de tenir compte de cette composition minéralogique, et le but principal de ce mémoire est précisément d'apporter des documents nouveaux à ce point de vue. En conséquence, il faut faire intervenir dans la classification la notion de l'état, cristallin ou colloïdal, dans lequel se trouvent les constituants néogènes (hydrates et silicates).

La considération de l'état sous lequel est observé l'hydroxyde de fer n'a pas d'importance ; on va voir en effet, plus loin, qu'il existe bien, lui aussi, tantôt à l'état cristallin (limonite) (1), tantôt sous une forme colloïdale, que je désignerai dorénavant sous le nom de stilpnosidérite (2). Mais ces deux phases sont rarement complètement isolées ; elles s'accompagnent presque constamment et n'ont, par suite, aucune valeur au point de vue de la classification.

(1) L'hématite (Fe_2O_3) n'existe qu'aux affleurements par suite de la déshydratation secondaire de l'hydrate.

(2) *Minéralogie de la France et de ses colonies*, t. III, p. 367, 1901.

Il n'en est pas de même pour les hydrates d'alumine, qui se rencontrent soit à l'état cristallisé, et alors toujours sous forme d'hydrargillite $[Al(OH)_3]$, soit à l'état colloïdal; je qualifierai de *gibbsitiques* (1) les latérites qui renferment ce produit à l'état cristallisé, et de *bauxitiques* celles contenant seulement des hydrates colloïdaux. M. Fermor a proposé de réserver le nom de *bauxite* à tous les termes dans lesquels la proportion d'alumine est suffisante pour permettre l'utilisation de la roche comme minerai d'aluminium, mais une semblable interprétation est inadmissible, puisque la bauxite, — au moins celle qui a servi de type et qui constitue tous les gisements français, — est caractérisée, ainsi que je l'ai montré depuis longtemps (2), par l'absence complète de produits cristallisés.

Enfin il résulte de ce qui va être exposé plus loin que la silice n'existe jamais à l'état libre dans les latérites de Guinée, qu'elle y est toujours combinée à l'alumine, tantôt à l'état de kaolinite cristallisée, tantôt sous forme d'halloysite, offrant une structure plus ou moins cristalline, ou bien, enfin, à l'état tout à fait colloïdal. Là encore, il n'est donc pas possible de réunir tous ces produits, comme le propose M. Fermor, sous le nom de *lithomarge*, puisqu'il définit celle-ci comme un composé amorphe ayant la composition du kaolin.

Le tableau qui suit résume la nomenclature à laquelle je me suis arrêté :

DIVISIONS BASÉES SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE.		SUBDIVISIONS BASÉES SUR LA COMPOSITION MINÉRALOGIQUE.	
I.	Latérites (Hydrates \geq 90 p. 100).	} <i>Hydrates d'alumine.</i>	<i>gibbsitiques.</i> Cristallisé (hydrargillite).
II.	Latérites silicatées (3) (Hydrates = 90 à 50 p. 100).		<i>bauxitiques.</i> Colloïdaux.
III.	Kaolins, argiles latériques (Hydrates < 50 p. 100).		<i>Silicates d'alumine.</i>
		<i>kaoliniques.</i> Cristallisé (kaolinite).	
		<i>argileuses.</i> Cryptocristallins ou colloïdaux.	

Chacun de ces types doit être qualifié de *quartzifère*, lorsqu'il renferme du quartz *ancien*.

(1) De *gibbsite*, synonyme d'hydrargillite, nom qui est trop long pour se prêter à la confection d'un adjectif.

(2) Bien que j'aie été formel à cet égard : « D'autre part, l'examen microscopique des bauxites françaises fait voir que ces substances sont absolument colloïdes » (*Minéralogie de la France et de ses colonies*, t. III, p. 342, 1901), M. van Bemmelen me fait dire (*Arch. neerl. Sc. exp. et nat.*, XV, 302, 1910), que la bauxite est constituée par du diasprore.

(3) 10,72 p. 100 du silicate $2SiO_2, Al_2O_3, 2H_2O$, correspond à 5 p. 100 de SiO_2 .

Jusqu'ici, je ne me suis occupé que de la question de fait, de la composition de la latérite, et je n'ai pas parlé du mécanisme de sa production. Je crois, en effet, qu'à cet égard l'heure des explications définitives n'a pas sonné; je reviendrai cependant sur ce sujet dans mon chapitre de *Conclusions*.

§ II. — Historique concernant la Guinée.

Le premier travail sur la question qui nous occupe date de 1821. A cette époque, un minéralogiste français, Berthier, analysant des minerais ferrugineux du Fouta-Djallon, constata (1) qu'ils étaient riches en alumine et un peu chromifères; il montra peu après leur analogie avec l'*alumine hydratée des Baux*, qu'il venait d'étudier (2) et qui devait plus tard recevoir le nom de bauxite (3). Aucun renseignement géologique ne lui avait été fourni sur le mode de gisement de ces produits, et, par suite, l'importance de l'observation resta méconnue.

Ce ne fut que beaucoup plus tard, en 1898, que cette comparaison fut reprise par M. Max Bauer, dans le mémoire dont il a été question plus haut.

Peu après la publication de celui-ci, j'ai retrouvé (4), dans les produits de décomposition des gabbros et des diabases de la Guinée, de magnifiques exemples de la transformation totale des feldspaths en hydrargillite cristallisée, telle que venait de la décrire le savant allemand dans les latérites des Seychelles.

En 1905, je suis revenu sur cette question des roches basiques de la Guinée (5), et j'ai montré, en outre (6), que la décomposition des syénites néphéliniques de l'Archipel de Los conduit à un produit n'en différant que

(1) *Ann. Mines*, t. V, p. 129, 1821.

(2) *Id.*, t. VI, p. 534, 1821.

(3) Contrairement à ce qui est indiqué dans les traités de minéralogie, ce n'est pas Berthier mais Dufrénoy, qui a créé le nom de *bauxite* (*Minér.*, t. III, p. 799, 1837), auquel H. Sainte-Claire-Deville a donné (*Ann. chim. phys.*, t. LXI, p. 309, 1861) l'orthographe correcte *bauxite*.

(4) *Minéralogie de la France et de ses colonies*, t. III, p. 365, 1901.

(5) *Comptes rendus*, t. XC, p. 410, 1905.

(6) *Id.*, t. XCI, p. 984, 1905.

par sa pauvreté en fer, due à la nature essentiellement leucocrate des roches originelles. J'ai fait voir, en outre, que cette hydrargillite est parfois accompagnée d'un silicate hydraté d'alumine.

Dans une conférence faite au Muséum, le 11 mars 1905, j'ai résumé l'état de la question de la latérite en général et de celle de l'Afrique occidentale en particulier, appelant en outre l'attention sur les minerais de fer latéritiques (1).

Quelques mois plus tard, M. J. Chautard, dans une thèse soutenue à la Sorbonne (2), a consacré un chapitre à la question de la latérite, la traitant surtout en géographe; il y distingue trois types :

1^o Latérite *stricto sensu*, qu'il caractérise en disant que c'est une roche « où se manifeste l'altération latéritique typique »; il n'est donné ni analyse, ni description minéralogique détaillée, mais, de la lecture du texte, il ressort que l'auteur veut parler de la latérite dans le sens de M. Max Bauer. Il s'agit de latérites de diabases et exceptionnellement de granites. Au sujet de la diabase de Tabouna, M. Chautard exprime l'opinion que l'altération est plus rapide dans les roches à petits éléments que dans les autres. Ce type de latérite est formé *in situ*, ou bien il est de nature détritique. D'après l'auteur, la latérite de cette dernière catégorie ne renfermerait jamais de pseudomorphoses feldspathiques en hydrargillite, mais contiendrait fréquemment des grains de quartz empruntés aux grès voisins.

2^o Latérite *sensu lato*. M. Chautard groupe sous ce nom « tous les produits de décomposition où la présence d'argile est manifeste et où il est parfois impossible de mettre en évidence l'alumine libre ». En l'absence d'analyses chimiques, il est assez difficile d'interpréter exactement ce que l'auteur veut dire par là, mais il semble bien qu'il ne s'agisse pas de latérites, mais des transformations de granites et de schistes du genre de celles étudiées par M. Arsandaux, et dont il va être question plus loin.

3^o Conglomérat ferrugineux. L'auteur le définit comme constitué par « divers produits de déshydratation des latérites détritiques ou des argiles ». « C'est, dit-il (p. 143), une roche caverneuse d'un aspect tout

(1) *Rev. coloniale*, n^o 25, p. 207, 1905.

(2) *Étude sur la géographie physique et la géologie du Fouta-Djallon et ses abords orientaux et occidentaux (Guinée et Soudan français)*, Paris, 1905, p. 136-152.

spécial, où les cavités du squelette d'hydrate de fer sont remplies ou simplement tapissées de latérite mise ainsi à l'abri des altérations futures... ; il est le plus fréquemment rempli des débris des roches avoisinantes, c'est-à-dire de fragments de grès ou de roches éruptives. »

M. Chautard a remarqué, dans les vallées du Koïn et aux abords du mont Gangan, près de Friguiaghé, des latérites pisolitiques : il explique qu'elles « ont dû se former au fond d'un étang où les eaux courantes amenaient les produits de décomposition des roches voisines : après le départ des eaux de ces étangs, par suite d'un changement intervenu dans le régime des eaux de la région, les dépôts pisolitiques du fond se seraient durcis dans les mêmes conditions que les produits actuels de décomposition superficielle ».

L'auteur insiste ensuite sur la grande extension de cette formation latéritique et sur le modelé qu'elle imprime au paysage.

En 1908, MM. J. Chautard et P. Lemoine ont publié un travail (1) sur la « latérisation en général », qui est divisé en deux parties.

La première consiste dans la discussion d'une série d'analyses, faites par M. Pisani, sur des échantillons de diabases fraîches et sur les produits de leur décomposition *in situ*. Ces analyses montrent les caractéristiques générales des altérations des roches similaires indiquées plus haut ; les auteurs admettent que la proportion d'acide titanique est celle qui varie le moins, et partent de là pour calculer l'enrichissement en alumine et en fer résultant de l'élimination des autres éléments. Ces analyses mettent en évidence une proportion parfois élevée de silice ; les auteurs admettent qu'une part importante de celle-ci se trouve à l'état libre, soluble dans les acides, alors que le reste est combiné.

Ils concluent « que la latérisation se fait directement sans passer par des stades intermédiaires, sans formation de silicates d'alumine analogues aux argiles » et encore que « la structure des roches n'est pas sans influence sur le phénomène de latérisation et notamment que le départ de la silice est moins facile dans les roches à petits éléments ».

Les auteurs ont donné, en outre, une étude minéralogique sommaire

(1) *Bull. Soc. industr. minér. Saint-Étienne*, 4^e série t. IX, 1908; *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 239, 1908, et *Bull. Soc. géol. France*, VIII, p. 35, 1908.

des roches analysées, signalant l'existence d'hydrargillite cristallisée dans plusieurs d'entre elles, de kaolinite dans une seule ; ils considèrent le fer comme existant à l'état de limonite et de gœthite.

MM. Chautard et Lemoine ont aussi publié l'analyse d'un phyllade frais des environs de Souguéta et d'un échantillon à apparence altérée, dont la composition est peu différente. Ils en tirent la conclusion suivante : « Cette expérience sur un phyllade montrerait que seules les roches à feldspaths ou à silicates ferro-magnésiens sont susceptibles d'être latérisées dans les régions tropicales, et que les argiles que l'on pourrait considérer comme un terme de décomposition intermédiaire entre les roches feldspathiques et les latérites à alumine libre ne sont pas susceptibles de devenir des latérites. »

La seconde partie du mémoire consiste dans une discussion sur la formation des gîtes de bauxite et des minerais de fer comme conséquence de la latéritisation. Après avoir rappelé que le trait essentiel de celle-ci consiste dans la concentration de l'alumine et du fer et l'élimination des autres éléments, ils émettent la théorie suivante sur la formation du conglomérat ferrugineux : « Les actions mécaniques et physiques des agents atmosphériques, et notamment des eaux torrentielles sur ces latérites, amènent une séparation des éléments, qui a pour conséquence d'entraîner à des distances variables les hydrates d'alumine et de laisser plus près de leur gisement primitif les oxydes de fer, dont la densité est supérieure. »

De là résulte la production de gisements de fer et de bauxite (alluvionnaires) ; pour ces derniers, les auteurs ne fournissent pas d'exemples empruntés à l'Afrique occidentale, mais, par contre, ils insistent sur les minerais de fer de cette région.

« C'est également comme conséquence des départs et des transports, qui accompagnent et suivent la décomposition latéritique, disent-ils, que doivent être envisagés les gîtes superficiels de minerais de fer, qui abondent en Afrique tropicale, en Guyane, à Madagascar et dans l'Inde... Ces chapeaux de fer, qui ne sont autre chose que le résidu de latérites complètement lavées de leur alumine, sont constitués, sur une épaisseur qui atteint parfois 2 mètres, par un minerai rouge foncé, tantôt compact,

tantôt scoriacé ; la composition de ce minerai varie de la limonite jusqu'à l'hématite ; sa composition la plus fréquente est celle de la turgite ($2\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot \text{H}^2\text{O}$), renfermant 66,2 de fer métal. Les échantillons de chapeaux de fer des latérites du Soudan, de la Côte d'Ivoire et de la Guinée française, que nous avons fait analyser, ne renfermaient jamais moins de 48 p. 100 de fer métal, et certains avaient des teneurs de 65 et 68 p. 100 ; en Guinée, notamment, la déshydratation du minerai de surface sous les influences climatiques est parfois assez complète pour que l'on rencontre sur une épaisseur de 30 à 40 centimètres de véritables oligistes à peu près purs.

« L'un de nous (M. J. Chautard) vient d'ailleurs d'étudier tout récemment, aux environs même de Conakry, une vaste réserve de permis miniers comprenant un gisement superficiel de limonite, partie rocheuse, partie ocreuse, d'une teneur suffisante pour justifier une exploitation ; une des particularités de ce gîte de décomposition latéritique est qu'il provient à la fois de diabases et de péridotites, ces dernières renfermant du fer chromé(1) : le minerai de fer, chapeau des diabases, ne renferme que des traces de chrome, tandis que le minerai, chapeau des péridotites, renferme jusqu'à 4 p. 100 de chrome. »

Le mémoire se termine par un paragraphe sur les gites aurifères dans la latérite, qui ne se rapporte pas au point de vue que je me propose de discuter dans ce mémoire.

De 1909 à 1913, M. Arsandaux a publié (2) une série de notes concernant les observations faites par lui, sur les latérites, en Afrique occidentale (Sénégal, Soudan) et au Gabon. Ses conclusions principales peuvent être résumées de la façon suivante.

En ce qui concerne tout d'abord la croûte superficielle conglomératique ferrugineuse, dont il a été question plus haut, M. Arsandaux admet qu'elle

(1) L'existence du chrome étant très localisée en Guinée, il est intéressant de faire remarquer que les premiers échantillons de minerais latéritiques décrits jadis par Berthier étaient chromifères. D'après l'itinéraire suivi par G. Mollien, qui les a recueillis, ils devaient provenir du Nord de Timbo, entre cette localité et la Gambie : ce voyageur avait déjà remarqué l'abondance des diabases dans cette région (*Voyage aux sources du Sénégal*, Paris, 1820, 39 et 175).

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 682 et 1082, 1909, et t. CXL, p. 1698, 1910, et *Bull. Soc. franç. minér.*, t. XXXVI, p. 70-110, 1913.

s'est essentiellement formée par la concentration des sels de fer montant du sous-sol, grâce à des actions capillaires et devenant insoluble à la surface, par suite d'une active évaporation.

Les roches étudiées par lui sont des granites, des microgranites, des micaschistes et des schistes micacés. Dans le cas des roches feldspathiques, le premier terme de l'altération consiste dans la production de paillettes extrêmement petites d'une sorte de damourite, qui peu à peu s'hydrate et perd ses alcalis pour se transformer en kaolinite, terme extrême de l'évolution des produits micacés. La même marche d'altération est réalisée aux dépens des micas originels des micaschistes. En outre, dans tous les cas, à mesure que diminuent les alcalis, on voit apparaître des hydrates alumineux colloïdaux, dont l'auteur a discuté la composition : leur proportion ne dépasse pas 33 p. 100 dans les échantillons étudiés. Dès le début de l'altération, l'oxyde de fer est libéré de ses combinaisons et s'individualise.

Comparant ces résultats avec d'autres, fournis par l'étude de trois échantillons de latérite pisolitique très alumineuse, provenant de la Guinée, de la Côte d'Ivoire et de la Guyane, M. Arsandaux admet que les hydrates de fer et d'alumine tendent de plus en plus à se séparer l'un de l'autre au cours de l'évolution latéritique; l'hydrate d'alumine se rapproche du composé $[Al^2O^3.H^2O]$, tant qu'il reste colloïdal, mais plus tard, si les circonstances s'y prêtent, il se transforme en $[Al^2O^3.3 H^2O]$ et se cristallise sous forme d'hydrargillite, minéral, rencontré seulement dans le ciment des pisolites ; quant à l'hydrate de fer, sa forme définitive serait la limonite $[2 Fe^2O^3.3 H^2O]$.

M. Arsandaux termine son dernier mémoire par une comparaison des latérites et des bauxites ; ses analyses le conduisent à considérer ces dernières non comme des latérites alluviales, mais comme le résultat de l'altération sur place, par un mécanisme comparable à celui de la latérisation d'argiles, dont l'origine première peut être quelconque.

J'ai cru devoir exposer ces divers résultats sans aucune critique, me réservant d'y revenir dans mes conclusions.

§ III. — But et plan de ce mémoire.

La lecture des innombrables mémoires consacrés à la latérite m'a amené à conviction que cette question ne pourra être véritablement élucidée que lorsqu'on sera en possession d'un nombre suffisant de monographies dans lesquelles les auteurs s'astreindront à faire eux-mêmes les observations sur le terrain et les recherches dans le laboratoire et, en outre, s'efforceront de ne pas considérer comme générales les conclusions tirées d'un trop petit nombre de faits particuliers.

C'est afin de réaliser ce programme que j'ai entrepris une étude des latérites de la Guinée. Ce pays, fort vaste, se prête merveilleusement à un travail de ce genre, d'abord à cause de l'intensité des phénomènes d'altération superficielle qu'il doit à son climat, et ensuite à la très grande variété des roches qui constituent son sol.

J'ai pu étudier sur place les phénomènes d'altération atmosphérique des *syénites néphéliniques* et roches annexes dans l'Archipel de Los; des *gabbros* et des *diabases* dans le Fouta-Djallon et dans le Bouré; des *péridotites* au mont Kakoulima, sur le flanc occidental du Fouta-Djallon; des *granites* sur les pentes orientales du même massif et plus à l'Est, jusqu'au Niger, et plus loin encore jusqu'au Niandan; des *micaschistes* en quelques points du Fouta-Djallon, mais surtout dans les plaines ondulées du Bouré; enfin des *alluvions* d'un grand nombre de portions de cette colonie.

Je me suis attaché à chercher dans ces diverses régions des points où il est possible de trouver la roche intacte, et j'ai suivi l'altération de celle-ci jusqu'à la surface, étudiant pas à pas ses modifications à l'aide du microscope. C'est cette méthode qui m'a fourni les résultats les plus intéressants et les plus nouveaux.

Je dois à M. Boiteau un certain nombre d'analyses chimiques faites sur mes échantillons. Il est tout à fait indispensable pour ce genre de recherches, comme l'ont montré déjà Van Bemmelen, M. Max Bauer et M. Arsandaux, de proscrire les analyses en bloc, faites comme les analyses ordinaires de roches. Si, en effet, on attaque la latérite par fusion, il

devient impossible d'interpréter les résultats et de faire le départ entre les minéraux inattaqués et les éléments néogènes.

Si l'on tient compte de ce fait que ces derniers sont tous attaquables par l'acide sulfurique, on en déduit un mode d'analyse tout à fait rationnel. J'ai expérimenté la méthode des attaques successives qu'a utilisée M. Arsandaux, attaque par l'acide chlorhydrique d'abord et par l'acide sulfurique ensuite : elles m'ont fourni des résultats beaucoup moins concluants qu'à ce savant. Cela tient à la nature différente des produits étudiés. M. Arsandaux s'est surtout occupé de roches riches en hydrates d'alumine colloïdaux, tandis que les miennes sont surtout constituées par un hydrate cristallisé (hydrargillite), et il est facile de voir, en discutant quelques analyses effectuées par ce procédé, que, suivant les dimensions des paillettes de l'hydrargillite, suivant leur état d'agrégation et bien d'autres facteurs encore, les quantités dissoutes par l'acide chlorhydrique, dans divers échantillons, pendant un temps déterminé sont variables. Aussi, en définitive, me suis-je servi de l'attaque par l'acide chlorhydrique comme adjuvant, mais n'ai retenu pour la discussion que le résultat totalisé de l'attaque par les deux acides utilisés successivement.

Les minéraux néogènes entrant dans la composition de toutes ces latérites étant les mêmes, quelle que soit la roche originelle, je donnerai dans un paragraphe spécial leur caractéristique minéralogique et ne m'en occuperai pas dans la description des roches. J'ai été conduit à distribuer mes observations dans les cinq chapitres suivants :

CHAPITRE PREMIER. — Les produits de décomposition des syénites néphéliniques, des gabbros, des diabases et des péridotites.

CHAPITRE II. — Les produits de décomposition des schistes micacés et des granites.

CHAPITRE III. — Les produits de décomposition des alluvions formées par des débris d'origine non latéritique.

CHAPITRE IV. — Les minéraux néogènes des latérites.

CHAPITRE V. — Résumé et conclusions.

CHAPITRE PREMIER

LES PRODUITS DE DÉCOMPOSITION DES SYÉNITES NÉPHÉLINIQUES, DES GABBROS, DES DIABASES ET DES PÉRIDOTITES

§ I. — Caractères communs de la décomposition des syénites, des gabbros et des diabases.

Le mode de décomposition des syénites néphéliniques, des gabbros et des diabases présente des caractères communs qu'il importe avant tout de mettre en relief.

Tandis que, sous les climats tempérés, la décomposition de ces roches s'effectue d'une façon progressive, précédée en général par une désagrégation physique plus ou moins intense, sous le climat tropical de la Guinée, au contraire, la décomposition se produit d'une façon brutale, sans modification préalable de la cohésion de la roche, de telle sorte que quelques millimètres seulement séparent la roche absolument intacte de produits de décomposition au milieu desquels il ne reste plus trace des minéraux originels. C'est ce qui explique ce fait, en apparence paradoxal, sur lequel j'ai souvent insisté dans mes travaux sur les roches des colonies, à savoir que ce sont les régions où les altérations atmosphériques sont les plus intenses qui fournissent les roches les plus fraîches qu'il soit possible d'étudier. Dans aucun groupe pétrographique ce phénomène n'est aussi frappant que dans celui des syénites néphéliniques, dont les feldspatoïdes sont si sensibles aux actions chimiques de tout genre.

En Guinée, la zone en contact avec la roche non décomposée possède toujours un aspect carié, qui permet cependant de reconnaître encore tous les détails de la structure originelle, grâce à cette particularité que le squelette des feldspaths reste continu et relativement résistant ; il est coloré en blanc ou en jaune pâle, alors que le squelette des autres miné-

raux est brun ou rougeâtre, pulvérulent ou seulement fragile. La roche transformée a l'aspect du *pain d'épices* (fig. 1, Pl. XII).

Quand on s'éloigne de cette zone de contact, on voit que peu à peu ou très rapidement cette structure ancienne s'atténue, puis disparaît. La roche semble devenue hétérogène; sa couleur est bariolée. Elle n'est plus poreuse et fragile, mais compacte et terne, encore que d'une façon irrégulière; elle se creuse de cavités sinueuses ou tubulaires (fig. 3, Pl. XII), que tapissent des produits ferrugineux concrétionnés. Enfin elle devient de plus en plus dure et généralement très dure tout à fait à la surface, surtout quand elle est sèche.

Ces transformations, dont je vais suivre en détail les cas particuliers, constituent un phénomène continu de bas en haut. Cependant il me semble nécessaire, au moins pour la facilité des descriptions, d'y distinguer deux zones, mais il est bien entendu qu'elles passent progressivement de l'une à l'autre.

Je nommerai *zone de départ* la plus inférieure, celle qui se trouve au contact de la roche intacte, et je la caractériserai par la persistance de la structure originelle de la roche: c'est la zone dans laquelle les produits de la décomposition restent sur le cadavre des minéraux aux dépens desquels ils se sont formés; au point de vue chimique, la caractéristique principale, d'où je tire son nom, est la disparition de certains des éléments de la roche (alcalis, chaux, magnésic, silice), et le développement très rapide d'une grande quantité d'hydrates.

La zone supérieure, que j'appellerai *zone de concrétion*, est essentiellement caractérisée par la disparition de la structure originelle et par le réarrangement des éléments persistants, par l'augmentation de la proportion du fer, en même temps que les phénomènes de départ se complètent.

La cuirasse ferrugineuse. — Dans cette zone de concrétion, je donnerai le nom de *cuirasse ferrugineuse* à un facies très fréquent de la portion en contact avec l'air: cuirasse, parce qu'elle forme à la latérite sous-jacente une enveloppe protectrice continue; cuirasse ferrugineuse, parce que, bien que l'oxyde de fer n'en constitue pas toujours l'élément prédominant, il s'y trouve toujours en quantité plus considérable que partout ailleurs.

Cette cuirasse ferrugineuse est particulièrement développée sur ces

surfaces planes, si caractéristiques de la topographie de la Guinée, appelées *bowal* en langue foula et *oulaï* en soussou. Ces bowals couvrent souvent des espaces très vastes à surface horizontale (fig. 5, Pl. X) ou ondulée; ils sont nus ou d'autres fois couverts d'une maigre végétation de graminées, de *Cyperus* et de plantes semi-aquatiques. Ces bowals et, par suite, la cuirasse ferrugineuse ne se forment pas exclusivement aux dépens des roches qui nous occupent (1) j'aurai; l'occasion de m'en occuper encore dans les chapitres suivants.

Texture conglomératique dans la cuirasse.

Je ferai remarquer, dès à présent, que ce que j'appelle la cuirasse ferrugineuse correspond à ce que beaucoup d'auteurs ayant écrit sur l'Afrique ont nommé le *conglomérat ferrugineux*. Je crois que cette expression doit être rejetée, car la texture conglomératique n'est qu'un cas particulier d'une formation beaucoup plus générale; il est facile de suivre le mécanisme de sa production à la surface actuelle de la cuirasse et de constater que son origine peut être diverse.

Tout d'abord, celle-ci peut être éluviale; lorsqu'on parcourt la cuirasse ferrugineuse, quelles que soient d'ailleurs les roches aux dépens desquelles elle s'est formée, on voit le sol couvert de petits fragments, de petits grains ferrugineux; ce sont des débris de la croûte superficielle, détachés sous l'influence d'actions physiques diverses, de l'insolation, etc. Tantôt ils restent libres à la surface du sol, s'arrondissant par actions mécaniques ou par dissolution; tantôt ils sont cimentés par suite du concrétionnement d'hydroxyde de fer en voie d'évolution active continue (fig. 4, Pl. XIII). Si le phénomène s'effectue dans une région de constitution pétrographique homogène, le conglomérat est lui-même formé uniquement par des débris des mêmes roches; mais, s'il arrive, comme aux environs du Kakoulima, par exemple, que la cuirasse ferrugineuse formée aux dépens du gabbro soit localement dominée par des plateaux gréseux, l'action de l'eau de pluie, du vent,

(1) Parfois d'intenses circulations d'eau se produisent sous la cuirasse et déterminent l'érosion de la roche sous-jacente, donnant ainsi naissance à des grottes dont plusieurs ont été rencontrées lors de la construction du chemin de fer.

amène sur les bowals des débris quartzeux, qui sont incorporés dans le conglomérat en voie de formation sans que les fragments latéritiques aient subi eux-mêmes un transport notable.

Mais, par contre, dans les vallées qui drainent les régions latéritisées, les fragments de la carapace ferrugineuse viennent s'accumuler dans les dépressions et se stratifier avec des débris de toute sorte, pour donner naissance à des conglomérats que l'on doit considérer comme de nature alluviale. Le mécanisme de l'accumulation des produits élastiques qui la constituent n'est pas le même dans les deux cas, mais il peut conduire à deux roches très analogues.

Les formations conglomératiques de ce genre sont d'origine fluviale ou torrentielle, mais il en est aussi d'origine marine ; sur le bord de la mer, aux îles de Los, les débris de latérite, arrachés par la lame aux rochers en place sur le rivage, sont localement cimentés en un conglomérat à petits fragments (fig. 2, pl. XII) ou à gros blocs.

Au point de vue chimique, les latérites formées aux dépens des roches étudiées dans ce chapitre sont en général caractérisées par l'extrême abondance des hydrates. Ce sont donc ou bien des *latérites* au sens restreint de ce mot, ou bien des *latérites silicatées*, voisines des précédentes, qui constituent toujours la zone de concrétion.

Au point de vue minéralogique, leur caractéristique réside en ce que l'hydrate d'alumine est en grande partie ou totalement cristallisé sous forme d'hydrargillite ; ces latérites doivent donc être qualifiées de *gibbsitiques*. On verra cependant qu'aux îles de Los il existe aussi accessoirement des *argiles latéritiques*.

§ II. — Latérites et argiles latéritiques des syénites néphéliniques.

L'Archipel de Los est constitué par deux îles principales en forme de croissant (Kassa et Tamara), réunies par de petits ilots (île Blanche, île Corail, etc.) ; elles limitent une baie circulaire, dans la partie méridionale de laquelle se trouve l'île Roume.

Les syénites néphéliniques, qui, avec quelques roches filoniennes connexes, constituent toutes ces îles, ne sont pas uniformément latéri-

tisées. Toutes les côtes bordées de falaises, qui sont tournées vers le large, ainsi que les portions basses battues par la mer (fig. 6, pl. XI) sont constituées par des roches extrêmement fraîches ; il en est de même pour la plupart des sommets, formés par des rochers dénudés à surface arrondie (fig. 5, pl. XI). La même particularité s'observe *a fortiori* dans les ilots, telles l'île Corail et l'île Blanche, peu élevés au-dessus de la mer et ceux (îlot Poulet) qui ne découvrent qu'à marée basse.

Par contre, la latérite se voit au niveau de la mer sur une partie de la côte de la baie intérieure, plus à Tamara qu'à Kassa ; quelques points de la côte orientale de cette dernière île sont aussi latéritisés. Enfin elle occupe toutes les portions basses des grandes îles et, d'une façon plus générale, toutes celles qui sont couvertes par la végétation.

L'absence de coupes artificielles rend difficile l'étude de contacts étendus de la syénite intacte et de la latérite ; presque partout, l'observateur ne voit devant lui que la cuirasse superficielle. J'ai pu cependant recueillir de nombreux échantillons, qui permettent de suivre les divers stades de la transformation. Leur étude fait voir que les différentes compositions minéralogiques, que les diverses structures, que j'ai longuement décrites dans mon mémoire antérieur, sont sans influence sur le résultat ultime de l'altération. Les descriptions qui vont suivre se rapportent donc aux latérites des îles en général, et je n'aurai qu'exceptionnellement à faire des distinctions sur la provenance de quelques-uns des échantillons étudiés.

1^o LATÉRITES GIBBSITIQUES.

a. — Zone de départ.

La latérite, en contact avec la syénite, est blanche ou jaunâtre. C'est une roche poreuse, fragile, parfois même un peu friable, à aspect de ponce, criblée de cavités à parois filamenteuses. La partie résistante correspond aux feldspaths, les cavités aux feldspathoïdes et aux éléments colorés disparus ; ces derniers étant peu abondants, les cavités ne sont pas en général colorées en rouge très foncé.

L'examen microscopique permet de reconnaître jusqu'aux détails de la structure originelle de la roche ; à cet égard, on comparera avec fruit la

latérite représentée par la figure 1 de la planche XIV avec la figure 6 de la planche IV de mon mémoire antérieur, représentant la syénite intacte du même gisement.

Les cadavres des feldspaths sont transformés en un nombre considérable de petites paillettes d'hydrargillite, présentant souvent des macles polysynthétiques; on peut constater parfois qu'elles se sont développées le long des clivages, mais dans aucun cas je n'ai vu d'orientation du produit néogène sur son hôte. L'aspect cloisonné de la pseudomorphose, dû à de nombreux vides, s'explique aisément par la diminution de volume consécutive à la disparition de la silice et des alcalis, qui n'est pas compensée par l'eau fixée.

Les squelettes de la néphéline et des éléments ferrifères sont remplis encore plus incomplètement par une substance jaune ou rougeâtre, colloïdale, que l'analyse donnée plus loin montre être une argile colorée par de l'hydroxyde de fer. Celui-ci existe aussi à l'état individualisé sous forme de stilpnosidérite ou de limonite.

En une seule localité, à l'ouest de Tahiré, dans la partie nord de l'île Roume et au niveau de la mer, j'ai recueilli une latérite de ce type, qui a été entièrement imprégnée de produits ferrugineux; sa structure est celle qui vient d'être décrite, mais, en outre, de la stilpnosidérite a uniformément comblé tous les vides de la roche (fig. 2, pl. XIV), qui est devenue presque compacte et présente l'aspect extérieur d'un grès ferrugineux très résistant. Cette latérite est traversée par des fentes béantes, dont les parois sont recouvertes d'enduits de limonite, à surface botroïdale et à cassure fibreuse. J'ai recueilli en ce point de très beaux échantillons de collection dont les fibres, d'un jaune doré un peu rougeâtre, ont jusqu'à 2 centimètres de longueur; la figure 1 de la planche XV représente une section de ce minéral faite parallèlement aux fibres. L'existence de limonite présentant cette structure est tout à fait exceptionnelle dans cette zone.

Sur le côté oriental de la pointe Nord de l'île de Kassa, j'ai observé, au niveau de la mer, des faits intéressants pour l'interprétation de la zone suivante.

La syénite néphélinique à ægyrine est traversée par des diaclases qui

la débitent en solides parallélipédiques. La décomposition s'est propagée le long de ces fentes, gagnant de l'extérieur à l'intérieur. Il reste parfois, au centre du parallélipède, un noyau plus ou moins sphérique de roche intacte. Au voisinage de celui-ci, la latérite gibbsitique possède l'aspect et la structure qui viennent d'être décrits. Elle est friable, sa couleur est d'un blanc de lait par suite de l'émigration complète de son fer, mais, au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la roche intacte, on voit la latérite devenir de plus en plus cohérente et se teinter de rose, puis de rouge ; à la périphérie, elle est d'un brun rouge foncé, en même temps qu'elle est devenue compacte et résistante. On peut constater alors au microscope que cette croûte est durcie par de la stilpnosidérite formant une trame continue qui enserre l'hydrargillite dans ses mailles. La marche centrifuge de l'hydroxyde de fer est tout à fait remarquable, et nous allons retrouver souvent ce phénomène.

Quand la décomposition a été poussée jusqu'au centre du bloc et a fait disparaître les dernières traces de syénite non altérée, il arrive parfois que le choc de la mer entame la cuirasse ferrugineuse ; la portion centrale poreuse est rapidement corrodée, puis enlevée, et l'on trouve alors le bloc entièrement énucléé.

b. — Zone de concrétion.

J'ai fait remarquer plus haut que la plus grande partie de la latérite des îles de Los ne se voit pas en contact avec la roche mère ; elle correspond à la cuirasse superficielle. Toute trace de structure originelle y a disparu, et l'aspect de cette latérite varie beaucoup suivant les points considérés.

Ici c'est une roche plus ou moins compacte, bariolée de rouge et de jaune, creusée de tubes à paroi vernissée par de la stilpnosidérite ou bien décolorés par l'action des racines (fig. 3, pl. XII) ; là, c'est une roche rappelant un peu l'aspect d'une meulière, constituée par une trame blanche ou rosée, assez dure, dont les anfractuosités, plus ou moins anguleuses, sont tachées de points rougeâtres. Ces variétés correspondent à des types inégalement riches en fer.

L'examen microscopique ne laisse plus voir de moules de feldspaths

anciens remplis par de l'hydrargillite ; de loin en loin seulement, et uniquement en lumière naturelle, on voit quelques vagues silhouettes à contours géométriques, indiquées par des traînées ferrugineuses : ce sont les derniers restes de la structure de la syénite. L'hydrargillite a envahi toute la roche, formant des agrégats de lamelles, à tissu serré ou lâche, et, dans ce dernier cas, ils sont moulés par de la stilpnosidérite, qui forme aussi à elle seule des portions importantes de roche.

Il semble, — et cette impression va se préciser au fur et à mesure que je poursuivrai cette étude, — que l'hydrargillite se comporte comme une substance un peu soluble, qui se déplace et vient se concentrer en des points privilégiés.

Enfin il existe des types presque entièrement constitués par ce minéral ; ils sont compacts ou très finement grenus ; l'émigration du fer vers la surface y a été presque complète ; l'examen microscopique montre souvent alors que l'hydrargillite, au lieu de former, comme d'ordinaire, de petites paillettes, constitue des grains assez gros pour que leur réunion donne l'apparence de la pâte d'un microgranite (fig. 3, pl. XIV).

La partie tout à fait superficielle de la latérite est la plus ferrugineuse ; c'est ce qui a lieu en particulier dans les conglomérats à petits fragments produits par l'émiettement de la surface, dont le ciment est toujours de la stilpnosidérite enrobant d'abord des fragments de latérite riche en hydrargillite, puis les soudant ensuite les uns aux autres. Exceptionnellement (Roume, Tamara), l'hydroxyde de fer est accompagnée de *psilomélane*, et la roche est colorée en noir.

Conglomérats des bords de la mer.

J'ai fait remarquer déjà plus haut que, sur le bord même de la mer, on rencontre parfois un conglomérat à éléments de latérite. Des blocs anguleux sont réunis par un ciment très dur ; ils ont parfois des dimensions assez considérables, mais ceux de la grosseur du poing sont fréquents, et il en est de fort petits (fig. 2, pl. XII). Ce sont, à l'évidence, des fragments de

(1) Les syénites néphéliniques de Roume renferment plus de manganèse que les autres roches de l'archipel ; les rochers intacts de la côte méridionale sont localement recouverts d'un mince enduit noir de *psilomélane*, mais la roche est restée très fraîche,

roches qui ont été arrachées à la côte, alors qu'elles étaient déjà latérisées; jamais on ne leur trouve de centre intact.

Il est fréquent de voir la surface de ce conglomérat vernissée par l'action du sable.

Comme dans les roches en place du nord de Kassa, la périphérie des blocs ou fragments de ce conglomérat est toujours plus ferrugineuse que leur portion centrale. Quand ils ont une texture très compacte, c'est-à-dire lorsqu'ils appartiennent à un type très évolué de la cuirasse, ils résistent bien aux intempéries et à l'action de la mer, mais, lorsqu'ils sont poreux, ils sont rapidement attaqués et, comme à Kassa encore, leur partie centrale se vide; ils sont alors réduits à leur enveloppe ferrugineuse résistante. La surface de ce conglomérat est ainsi garnie de cupules creuses au milieu desquelles vivent des animaux marins et des algues vertes dans la zone côtière qui découvre à marée basse ou qui est mouillée par les embruns.

Quant au ciment de ce conglomérat, sa couleur rougeâtre tranche sur la teinte plus ou moins blanchâtre des fragments qu'il réunit. Il est riche en stilpnosidérite englobant par places des paillettes ou des îlots de paillettes d'hydrargillite.

Fréquemment, en outre, on y rencontre des grains de quartz. Ceux-ci proviennent non pas de la roche originelle, mais du sable de la mer, qui, sur tout le pourtour des îles, est presque exclusivement quartzeux. Cette particularité distingue très nettement ce conglomérat, d'origine marine, de celui à petits grains, d'origine éluviale, qui, lui, s'observe à toutes les altitudes.

c. — Composition chimique.

Les analyses données ci-contre ont été faites par M. Boiteau sur les roches suivantes :

- a.* Latérite de la zone de départ de l'île Roume ;
- b.* Latérite compacte de la zone de concrétion (fragment d'un bloc du conglomérat marin du nord de l'île Kassa);
- c.* Ciment ferrugineux du même conglomérat ;
- d.* Syénite néphélinique intacte de l'île Kassa.

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>
SiO ₂	2,21	0,37	9,66	56,88
Al ₂ O ₃	55,83	57,12	31,26	22,60
Fe ² O ₃	5,22	7,41	26,91	0,97
FeO.....	»	»	»	2,19
TiO ₂	0,12	0,90	0,63	0,29
CaO.....	0,24	0,17	0,37	1,33
MgO.....	0,19	»	0,87	0,56
Na ² O.....	0,49	0,26	»	8,30
K ² O.....	0,27	0,37	»	5,57
H ² O.....	30,47	33,71	20,50	0,98
Insoluble.....	5,74	0,30	9,80 (quartz).	0,34 (Cl)
	<u>100,76</u>	<u>100,61</u>	<u>100,00</u>	<u>100,09 (1)</u>

Les analyses *a* et *b* montrent qu'il s'agit là de véritables *latérites gibbsitiques*, pauvres en fer (2). Le calcul donne les compositions centésimales suivantes, lorsqu'on néglige les éléments accessoires :

Al ₂ O ₃ .3H ₂ O.....	80	} 86 p. 100.	86	} 95 p. 100.
2 Fe ² O ₃ .3H ₂ O.....	6		9	
2 SiO ₂ .Al ₂ O ₃ .2 H ₂ O.....	4		1	

Je n'ai fait que des essais qualitatifs sur les concrétions de limonite ; elles renferment toujours plus ou moins d'alumine.

Il est très important de constater que la pauvreté en silicate d'alumine s'observe dès le début de l'altération dans la zone de départ ; la transformation en hydrates ne se fait pas par phases successives. L'élimination de la silice se complète dans la zone de concrétion.

Quant à l'analyse du ciment (*c*), elle met en évidence une proportion beaucoup plus grande de silicate d'alumine [23 p. 100, contre 72 p. 100 d'éléments latéritiques (37 p. 100 d'hydrargillite et 35 p. 100 de stilpnosidérite)]. Celui-ci a sans doute été entraîné sur le bord de la mer par le lavage des latérites en place.

Une partie de l'hydrate d'alumine est à l'état colloïdal ; le calcul fait voir que sa composition se rapproche certainement de Al₂O₃.3H₂O, comme celle de l'hydrate cristallisé, car il existe un petit excès d'eau sur la

(1) Y compris P₂O₅, 0,08. Je renvoie à mon mémoire antérieur pour la composition normale des syénites néphéliniques de Roume.

(2) Une analyse partielle, faite autrefois par M. Arsandaux, et que j'ai publiée antérieurement, a fourni pour un échantillon provenant de Tamara : SiO₂, 1,2 p. 100 ; Al₂O₃, 55,2 ; Fe²O₃, 6,7 ; H₂O, 28,4.

quantité nécessaire pour former cet hydrate dans l'hypothèse où le fer est à l'état de limonite (stilpnosidérite), et le silicate d'alumine sous celui d'halloysite. La teneur en eau, de beaucoup inférieure à celle des latérites précédentes, est une conséquence de la richesse beaucoup plus grande en fer; celui-ci, en effet, ne semble pas former d'hydrate défini plus hydraté que la limonite.

Si ce ciment constituait à lui seul une roche distincte, celle-ci devrait être qualifiée de latérite argileuse bauxitique, mais il ne forme qu'une faible portion des conglomérats par rapport aux blocs qu'il réunit.

2^o ARGILES BAUXITIQUES.

Les transformations qui viennent d'être décrites sont celles qui sont générales dans toute l'étendue de l'Archipel, mais en quelques points limités, — notamment à la pointe nord-est de Kassa et à Fotabar (le long du sentier descendant de la maison d'école à la plage), — on trouve, accompagnant en petite quantité les latérites gibbsitiques, un autre type d'altération. Celui-ci est caractérisé par la prédominance d'une argile, plastique à l'état frais, mais durcissant par exposition à l'air; elle présente par places de belles surfaces de glissement (Fotabar).

L'association de ces deux types d'altération si différents est tellement intime que je n'ai aucune explication à donner de leur coexistence dans un même point.

Dans ce cas curieux, la syénite se transforme en une argile blanche, occupant la place des feldspaths, alors que des produits rouges épigénisent les minéraux ferrugineux.

Dans la zone de départ, l'examen microscopique montre, comme le fait voir la figure 3 de la planche XIV, la silhouette conservée des feldspaths. Dans leurs intervalles et au milieu de cette même argile sont disséminées quelques grosses lames d'hydrargillite.

Aux affleurements du gisement de Kassa et ailleurs, cette argile est d'un rouge foncé et plus dure; ce changement d'aspect est dû à la concentration centrifuge de l'hydroxyde de fer, qui imprègne toute la roche et se concentre parfois sur les contours ou parallèlement aux

anciens clivages du feldspath, ou enfin est distribuée d'une façon très irrégulière (fig. 5, pl. XIV).

A côté de ces échantillons, mais plus près de la surface, la roche a souvent perdu sa structure primordiale ; de plus, elle est devenue violacée ou rougeâtre. Au microscope, on constate la texture concrétionnée, mise en évidence par la figure 6 de la planche XIV ; de petits globules sphériques de stilpnosidérite jouent le rôle de matière colorante. Là encore, il existe quelques paillettes d'hydrargillite.

Enfin, d'autres échantillons possèdent un aspect pseudo-bréchiforme, dû à ce que les produits ferrugineux se concentrent en îlots spéciaux, séparant des portions dans lesquelles l'argile est d'un blanc de lait, à cassure cireuse.

L'analyse suivante a été faite sur un échantillon à structure conservée de Fotabar :

SiO ²	35,14
Al ² O ³	40,08
Fe ² O ³	4,12
TiO ²	0,70
CaO	0,45
MgO.....	0,21
H ² O	17,84
Insoluble.....	1,46
	100,00

Ces résultats mettent en évidence la prédominance d'un silicate d'alumine (76 p. 100), associé à des hydrates d'alumine (5 p. 100) et de fer (5 p. 100). Là encore, la quantité d'eau ne permet pas d'admettre que l'hydrate d'alumine ait moins de trois molécules de H²O, et il est bien vraisemblable que l'argile est une halloysite ; elle n'est qu'incomplètement attaquée par l'acide chlorhydrique. Dans mon mémoire antérieur (1), je l'ai appelée *allopmane*, à cause de sa pauvreté en silice, mais je crois nécessaire de revenir sur cette interprétation, l'existence des cristaux d'hydrargillite montrant qu'il existe de l'alumine libre, mélangée à un silicate plus riche en silice.

(1) Une analyse partielle, due à M. Arsandaux, avait donné pour un échantillon de Tamara un peu moins alumineux que celui étudié : SiO², 35,0 p. 100 ; Al²O³, 34,8 ; Fe²O³, 4,4 ; H²O, 21,0 p. 100.

§ III. — Altérations des gabbros et des diabases.

1° LATÉRITES GIBBSITIQUES.

Les roches éruptives basiques présentent un énorme développement en Guinée et s'y trouvent dans des conditions particulièrement favorables pour l'étude de leur latérite.

Les gabbros forment des massifs (mont Kakoulima), les diabases des dykes, traversant des schistes d'âge indéterminé, les gneiss, le granite ; elles constituent surtout de grandes coulées, qui reposent sur ces mêmes roches et forment souvent aujourd'hui des plateaux tabulaires, isolés par l'érosion et bordés de hautes falaises abruptes. Cette structure tabulaire est très propice à la latéritisation. Les tranchées du chemin de fer du Niger ont entaillé un très grand nombre d'affleurements de ces roches basiques, et il est possible de suivre sur des coupes fraîches tous les stades de leur latéritisation, là où la végétation n'a pas encore tout envahi (fig. 1 à 4, pl. XI).

Je citerai comme plus particulièrement intéressants à ce point de vue, en allant de l'ouest à l'est, le voisinage de la station de Kakoulima ; Tabouna, à l'est de Kindia ; le col de Dorekali ; la Siera Foré ; le col de Kouindidi, à l'est de Fofota ; l'espace compris entre le kilomètre 98 et la Kolenté ; la région de Souguéta et surtout celle de Mamou, jusqu'au kilomètre 314, etc.

Dominant la ligne de chemin de fer, de remarquables masses de diabases constituent en partie le mont Gangan, en totalité la Dent de Séré et d'autres pointements de la région de Mamou ; le sommet de la montagne d'Ouroussa (vis-à-vis la station de Dabola) est formé par une immense coulée reposant sur le granite. Enfin, dans le Bouré, les montagnes tabulaires de Bougourou (fig. 1 à 3, pl. X) et de Didi sont formées par des coulées de diabase, qui ont protégé contre l'érosion un socle de schistes micacés ; elles dominent la pénéplaine schisteuse comprise entre le Niger et son affluent le Tinkisso.

Au point de vue minéralogique, ces diabases sont assez variées ; contenant souvent de l'hypersthène, elles comprennent des types riches en

olivine passant à des péridotites, d'autres médiocrement péridotiques (Bougourou, etc.), et aussi des types dépourvus d'olivine, parmi lesquels on voit apparaître du quartz (montagne d'Ouroussa, etc.). Ces différentes roches présentent toutes les structures possibles, depuis la structure grenue à grands éléments (gabbros du Kakoulima), jusqu'à la structure finement microlitique (basaltes et labradorites), en passant par des types ophitiques, qui sont de beaucoup les plus fréquents. Lorsqu'elles ne sont point latéritisées, ces roches sont très fraîches ; d'ordinaire leur pyroxène n'est pas ouralitisé, et le péridot est intact.

Je suivrai dans l'étude de leur latérite la même marche que pour les syénites néphéliniques.

a. — Zone de départ.

Quelles que soient la composition minéralogique et la structure de la roche intacte, l'aspect de sa latérite dans cette zone de départ est remarquablement constant. C'est une roche poreuse, relativement légère, ayant la texture du pain d'épice (fig. 1, pl. XII), dans laquelle on reconnaît à l'œil nu les squelettes enchevêtrés, blanchâtres, des cristaux de plagioclases.

Dans les stades les moins évolués, les éléments ferro-magnésiens ont encore quelquefois une forme distincte, bien qu'ils soient d'ordinaire entièrement décomposés, mais, le plus souvent, ils sont remplacés par une poussière jaune, légère, qui est en partie mise en liberté lorsqu'on brise la roche.

Souvent la décomposition de la diabase a lieu d'une façon très régulière, sans production de délits (fig. 2, pl. XI). Dans d'autres cas, on observe des diaclases se coupant sous des angles variés (fig. 3, pl. XI) ou bien des écailles concentriques (fig. 4 et 14, pl. XI), comme dans la décomposition des roches basiques sous les climats tempérés ; dans les tranchées verticales du chemin de fer, on rencontre fréquemment, au milieu de la latérite, des boules de roche intacte ayant résisté à la décomposition, et l'on pourrait alors se croire en présence de l'une de ces coupes si fréquentes dans les gisements diabasiques français. Il est tout à fait évident que, dans ces différents cas, les fentes de retrait sont antérieures à la latéritisation.

Les coulées diabasiques présentent souvent un délit colonnaire ; les figures 1 et 3 de la planche X en montrent de beaux exemples photographiés à Bougourou ; les colonnes verticales sont quelquefois divisées transversalement par des cassures parallèles à la surface du plateau. Là encore, ces divers délits n'ont pas modifié la marche de la latéritisation et ils persistent dans la latérite.

L'examen microscopique fait voir qu'en général les seuls minéraux intacts autres que le quartz, quand il existe dans la roche normale, sont l'ilménite et la magnétite ; cette dernière est quelquefois peroxydée et transformée en hématite (martite). Les latérites du gabbro du Kakoulima sont d'ordinaire dépourvues de ces minéraux ferrugineux, mais il ne faut pas oublier qu'ils manquent généralement dans la roche fraîche, ainsi que je l'ai fait remarquer antérieurement. J'ai observé cependant quelques diabases renfermant encore des restes d'augite non décomposée, mais les feldspaths en sont entièrement détruits.

Les plagioclases ont subi une transformation absolument identique à celle des feldspaths alcalins des syénites néphéliniques (comparer la figure 4 de la planche XV aux figures 1 et 2 de la planche XIV). Les lames d'hydrargillite, qui les épigénisent, de dimensions variables avec les gisements, sont enchevêtrées d'une façon irrégulière ; dans les gabbros à grands éléments, il existe parfois au milieu d'elles de petites géodes microscopiques, hérissées de lames hexagonales à contours distincts. Là encore l'épigénie se fait sans transition, d'une façon totale.

La figure 1 de la planche XVI représente une variété structurale que je n'ai rencontrée que dans les pseudomorphoses feldspathiques des latérites du Kakoulima ; l'hydrargillite y forme des sphérolites largement étalés. Le pyroxène et l'olivine se transforment tous deux en une substance inégalement colorée en jaune, qui est constituée par un mélange de produits colloïdaux alumineux, imbibés par de l'hydroxyde de fer ; ce dernier existe aussi à l'état pur, soit comme limonite, soit plus souvent comme stilpnosidérite. Ces minéraux ferrugineux jalonnent des clivages dans les pyroxènes, des cassurés curvilignes dans les squelettes de l'olivine. Ils forment une trame résistante, qui subsiste seule dans les plaques minces et enserme les produits pulvérulents, dont il a été question

plus haut. La diminution de volume, due aux départs, étant très considérable, ces pseudomorphoses sont extrêmement friables.

Par la description, qui vient d'être faite, on a pu constater que le résultat de l'altération de chaque minéral reste sur le cadavre de celui-ci; mais, lorsqu'on examine des échantillons, recueillis non plus au contact de la roche intacte, mais à des distances de plus en plus grandes de celle-ci, on voit apparaître peu à peu des paillettes d'hydrargillite dans les pseudomorphoses ferrugineuses.

Au kilomètre 302 du chemin de fer, une latérite présentant cette particularité est traversée de haut en bas par des fissures de dimensions variées et par des tubulures plus ou moins verticales de quelques centimètres de diamètre; les unes et les autres sont recouvertes par un enduit mamelonné de stilpnosidérite ou de limonite fibreuse, ou encore par le mélange de ces deux minéraux. L'aspect de ces tubulures est celui représenté par la figure 4 de la planche XII.

L'examen microscopique montre que les lames minces taillées au contact de ces enduits et de la latérite sont formées par des couches successives ferrugineuses, déposées parallèlement aux parois; ces produits ferrugineux imbibent en outre la latérite, dont ils remplissent tous les vides microscopiques.

Lorsque l'on suit ces tubes ferrugineux dans la direction verticale, on les voit se raccorder avec la cuirasse ferrugineuse de la zone suivante.

b. — Zone de concrétion.

Au fur et à mesure que l'on se rapproche de la surface, la texture macroscopique de la latérite, telle qu'elle vient d'être décrite, s'atténue puis disparaît. La couleur devient plus foncée, en même temps que plus irrégulière, par suite de la tendance du fer à ne plus rester cantonné sur le cadavre des minéraux qui l'ont fourni, à cheminer dans la roche et même à s'accumuler en certains points, alors que l'hydrargillite se concentre sur place. Il en résulte parfois une texture à apparence bréchiforme.

La roche perd ses cavités multiples, régulièrement distribuées, mais se creuse de cavités sinueuses plus grandes (comme fig. 3, pl. XII); elle

devient plus cohérente, plus compacte, et, à la surface même du sol, la roche se transforme en une cuirasse résistante.

Dans cette zone superficielle, où l'hydroxyde de fer est de plus en plus abondant et peut même devenir prédominant quand les diabases étaient originellement très riches en fer, le phénomène de concrétionnement est fort intense ; il apparaît parfois avec des modalités spéciales. C'est ainsi que, sur le sommet presque horizontal de la partie nord de la montagne de Bougourou, on rencontre à l'état libre des fragments parfois menus, mais pouvant atteindre la grosseur de deux poings, entièrement enrobés par une croûte continue ; leur surface est mamelonnée et constituée par de la limonite fibreuse ; leur aspect extérieur est parfois celui d'une pomme de terre. Le sol lui-même est localement recouvert sur plusieurs mètres carrés par une croûte de même nature ; la fraîcheur de la surface mamelonnée de celle-ci ne laisse pas de doute sur l'âge récent de sa formation, qui se poursuit encore ; on comprend donc dès lors comment se produit le conglomérat de petits débris, qui est observé sur tous les affleurements latéritiques de ce genre (Voir p. 289).

L'examen microscopique en lumière polarisée des roches de la zone de concrétion montre que toute structure initiale a complètement disparu (fig. 6, pl. XV) ; mais parfois cependant on retrouve encore, en lumière naturelle, quelques silhouettes feldspathiques soulignées par des produits ferrugineux restés en place (fig. 5, pl. XV) ; elles mettent sur la voie de l'origine de la roche.

Dans les échantillons recueillis au voisinage de la zone de départ, la limonite ou la stilpnosidérite imprègnent des agrégats de paillettes d'hydrargillite aux formes capricieuses. Dans les régions supérieures, la séparation du fer et de l'alumine est plus complète, et l'on peut recueillir des blocs formés à peu près exclusivement, les uns par de l'hydrargillite et les autres par de la limonite.

Il existe de très grandes variations dans le grain de ces roches à hydrargillite, dont les paillettes sont quelquefois suffisamment larges pour que leurs propriétés optiques puissent être aisément déterminées. Les figures 2 et 3 de la planche XVI représentent des lames taillées dans une latérite

exceptionnelle de ce genre provenant de la montagne d'Ouroussa, latérite possédant une structure miarolitique, avec des cristaux hexagonaux d'hydrargillite à clivage naéré de près d'un demi-millimètre de diamètre. Les roches de cette nature, surtout lorsqu'elles sont mélangées encore d'un peu de limonite, sont fréquemment creusées de cavités que tapissent des croûtes fibro-lamellaires d'hydrargillite, dans lesquelles on peut distinguer, à la loupe, des contours cristallins. J'en ai trouvé des exemples intéressants au sommet de la montagne de Bougourou.

Sur le plateau terminal de la Dent de Séré, j'ai recueilli des échantillons à structure pisolitique, présentant une particularité spéciale. Les pisolites ont été originellement formés par le dépôt concentrique d'hydrates colloïdaux, dont les couches successives sont visibles en lumière naturelle, mais disparaissent en lumière polarisée au milieu des lamelles d'hydrargillite, qui les constituent actuellement. Ces pisolites alumineux sont moulés par de la stilpnosidérite. Là encore des croûtes cristallines d'hydrargillite revêtent de nombreuses cavités.

Un type analogue de latérite se rencontre çà et là sur le sommet de la montagne d'Ouroussa : une partie des pisolites alumineux y est restée à l'état colloïdal (fig. 6, pl. XVI); on y voit aussi des fragments uniquement formés d'hydrargillite. C'est dans cette roche que j'ai rencontré les plus belles géodes d'hydrargillite (fig. 5, pl. XVI).

La surface des bowals développés sur les diabases et les gabbros latéritisés est souvent extrêmement riche en limonite, dans laquelle l'examen microscopique ne montre généralement pas d'hydrargillite ; il faut toutefois faire exception pour le pied sud du Kakoulima, où j'ai rencontré de fort jolies rosettes de ce minéral engagées dans la stilpnosidérite.

Ces phénomènes de concentration ferrugineuse ne s'observent pas exclusivement à la surface ; j'ai réuni les deux observations suivantes, qui montrent que, comme pour les syénites néphéliniques, les fissures et les cavités de la zone de départ peuvent être le siège de phénomènes identiques à ceux qui caractérisent la cuirasse extérieure.

Une petite carrière a été ouverte près du kilomètre 302, dans des éboulis des pentes, formés par des blocs, entassés, de diabase ; ceux-ci sont

latéritisés, mais l'existence de noyaux de diabase intacte au milieu de certains d'entre eux montre que la latéritisation s'est faite en place. Autour de chacun de ces noyaux, on observe deux zones concentriques, présentant individuellement les caractères de la zone de départ ou de celle de concrétion : souvent l'intervalle de deux blocs contigus, au lieu de rester béant, est rempli par une croûte concrétionnée de limonite ; c'est une cuirasse ferrugineuse en miniature.

Au kilomètre 303, on peut voir la diabase divisée par des diaclases plus ou moins rectangulaires (fig. 3 et 4, pl. XI) en parallépipèdes, dont le centre est constitué par une boule de diabase intacte et la périphérie par la latérite poreuse de la zone de départ, qu'une croûte continue de limonite concrétionnée revêt du côté de la fente. L'axe des diaclases est rempli par des produits plus ou moins incohérents, riches en pisolites, formés les uns par concrétion sur place, les autres par de petits fragments détachés de la paroi voisine, puis nourris et arrondis par un apport de limonite. Tous ces phénomènes ont certainement été produits par des circulations d'eau, mais en place, l'abondance des pisolites dans les diaclases horizontales excluant toute hypothèse d'une pénétration de matériaux solides venus de l'extérieur.

Conglomérat de surface.

La surface de la cuirasse ferrugineuse est couverte de petits fragments brisés, semblables à ceux dont il a été question dans le chapitre des syénites néphéliniques. Ils sont cimentés plus rapidement encore que sur celle-ci, ce qui s'explique par la plus grande richesse en fer de ce milieu, l'hydrate de ce métal étant le principal produit concrétionné. Tantôt ces petits grains sont soudés à la cuirasse, après avoir été enrobés par de la limonite, ou plus souvent par de la stilpnosidérite ; tantôt ils sont accolés les uns aux autres pour former un conglomérat. J'ai particulièrement suivi la formation de celui-ci sur les bowals que l'on rencontre au pied du Kakoulima, en allant de la station de ce nom au mont Dixim.

La figure 4 de la planche XVI, représentant une plaque mince taillée

dans un conglomérat de ce genre, montre de petits fragments hydrargillitisés, qu'entoure le ciment ferrugineux. On voit que ces débris latéritiques, qui semblent à l'œil nu avoir une surface plane, sont en réalité hérissés d'aspérités.

Quand, dans le voisinage des bowals, il existe des grès, comme cela a lieu dans la région considérée, ou bien encore des roches granitiques, l'action du vent et du ruissellement superficiel amène fréquemment à la surface de la cuirasse latéritique du sable quartzéux, qui peu à peu est englobé par le ciment ferrugineux du conglomérat en voie de formation. Près du Kakoulima, ce quartz ne joue qu'un rôle infime, mais il existe en Guinée des régions dans lesquelles ce minéral devient de plus en plus abondant, et je renvoie à la page 300 pour l'étude du conglomérat de Mamou, dans lequel les débris de latérite gibbsitique n'ont souvent plus qu'une importance insignifiante au milieu de latérites alluvionnaires quartzéuses.

c. — Composition chimique.

Les analyses suivantes ont été effectuées par M. Boiteau sur des échantillons que j'ai recueillis sur la montagne de Bougourou.

a. Diabase intacte ;

b. Latérite gibbsitique poreuse recueillie au contact immédiat de *a* ;

c. Latérite gibbsitique compacte de la cuirasse superficielle :

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>
SiO ²	51,27	5,83	1,30
Al ² O ³	12,36	37,03	60,19
Fe ² O ³	3,29	31,73	3,91
FeO.....	6,16	»	»
MgO.....	13,26	0,06	»
CaO.....	10,66	0,19	0,17
Na ² O.....	1,60	»	»
K ² O.....	0,41	»	»
TiO ²	0,70	1,29	1,03
P ² O ⁵	0,11	»	»
H ² O.....	0,40	23,02	32,00
Insoluble.....	»	0,96	1,40
	100,22	100,11	100,00

L'interprétation de la roche *b* est facile : c'est une latérite silicatée,

située à l'extrême limite des latérites *stricto sensu*. Elle renferme en effet 87 p. 100 d'éléments latéritiques (la limite est 90 p. 100) ($\text{Al}^2\text{O}^3 \cdot 3\text{H}^2\text{O}$, 49 p. 100; $2\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot 3\text{H}^2\text{O}$, 38 p. 100) et 12 p. 100 d'argile. On voit que la proportion de celle-ci tend à devenir nulle dans la zone de concrétion. Il m'a paru inutile de faire analyser les portions surtout limoniteuses de cette dernière; je me suis contenté de constater leur pauvreté en titane, qui reste surtout avec l'alumine. On voit que les rapports du titane, de l'alumine et du fer (rapporté entièrement à Fe^2O^3) dans la roche normale n'ont pas été modifiés sensiblement par la latéritisation :

	$\text{TiO}^2 : \text{Al}^2\text{O}^3.$		$\text{Al}^2\text{O}^3 : \text{Fe}^2\text{O}^3.$	
<i>a</i>	1	13,4	1	0,6
<i>b</i>	1	12,6	1	0,56

Mais dans la zone de concrétion, il y a un énorme accroissement de l'alumine par rapport au titane et séparation de plus en plus grande de l'alumine et du fer dans des portions différentes de roches :

	$\text{TiO}^2 : \text{Al}^2\text{O}^3.$		$\text{Al}^2\text{O}^3 : \text{Fe}^2\text{O}^3.$	
<i>c</i>	1	45	1	0,04

Je dois maintenant m'occuper des analyses publiées et interprétées par MM. J. Chautard et Lemoine. Ces analyses, faites par M. Pisani, sont les suivantes : je reproduis pour chaque série la composition de la roche intacte A, B, C, D, puis celle des latérites formées à ses dépens A¹, B¹....

A, A¹. Garage de Tabouna ;

B, B¹, B², B³. Souguéta ;

C, C¹. Souguéta ;

D, D¹. Environs de Tabouna.

	A.	A ¹ .	B.	B ¹ .	B ² .	B ³ .	C.	C ¹ .	D.	D ¹ .
SiO^2	48,51	5,52	51,80	12,60	11,81	12,96	52,80	22,55	47,50	28,50
Al^2O^3	14,18	34,10	13,83	34,71	33,10	33,50	14,60	23,40	16,20	28,60
Fe^2O^3	2,40	27,13	»	22,78	24,47	21,44	»	24,20	5,25	19,15
FeO.....	10,35	1,26	9,80	1,26	0,61	1,17	10,25	1,80	5,76	2,72
MgO.....	6,05	0,65	7,85	0,16	1,22	1,85	7,58	1,11	6,41	1,02
CaO.....	8,00	»	11,21	0,63	1,74	»	10,95	0,65	6,15	0,43
Na ² O.....	0,67	0,25	2,27	0,14	»	2,71	1,90	0,12	1,09	0,21
K ² O.....	4,51	0,26	0,68	0,32	0,35	0,09	0,90	0,46	0,87	0,28
TiO^2	2,96	9,05	1,56	3,24	4,50	3,07	1,46	4,02	1,67	3,59
P^2O^5	0,13	»	0,06	»	»	»	»	»	»	»
H^2O	3,12	22,50	0,50	23,70	23,10	24,30	0,25	21,20	9,00	15,80
	103,88	100,72	99,56	99,54	100,90	101,09	100,69	99,51	99,90	100,30

J'éprouve quelque difficulté à discuter ces analyses (1) de roches que je n'ai ni étudiées, ni recueillies moi-même en des points bien spécifiés par rapport à la roche intacte et à la surface. Le mode analytique n'a pas été indiqué, mais M. Pisani m'a dit les avoir faites par la méthode de la fusion, de telle sorte qu'il n'est pas possible d'apprécier avec précision ce qui revient aux éléments inattaqués, et plusieurs d'entre elles paraissent indiquer que la proportion de celle-ci n'est pas négligeable. Néanmoins, de la description minéralogique sommaire donnée par les auteurs et de la composition chimique, il résulte nettement que les échantillons présentent les caractères propres à la zone de départ.

D'une façon générale, toutes ces roches ont une teneur en titane supérieure à celle de mes échantillons, mais les analyses des diabases de la Guinée, que j'ai publiées moi-même autrefois, montrent une teneur en titane extrêmement variable, de 0,27 à 1,20 p. 100, et il n'y a pas de raison pour que cette teneur ne soit pas beaucoup plus élevée dans d'autres types, et c'est certainement le cas ici.

Les auteurs admettent que la silice est en partie combinée (je suppose dans les restes de minéraux non attaqués) et en partie « libre, soluble dans les acides ». Ils ont voulu sans doute parler de ce que je considère comme de la silice combinée à l'alumine, sous forme de silicate secondaire, attaquant par les acides, car, s'il existait de la silice réellement libre, elle se trouverait à l'état colloïdal (opale) et serait soluble dans les carbonates alcalins. Or l'expérience faite sur un grand nombre d'échantillons de latérite de Guinée m'a montré qu'en les traitant par ce procédé on ne dissout que des traces insignifiantes de silice. Je me crois donc en droit de considérer la plus grande partie de la silice fournie par ces analyses comme étant dans le même état que dans les roches que j'ai personnellement étudiées.

Ceci admis et en tenant compte des différences de composition des roches originelles, on voit que la latérite A¹ de Tabouna possède une caractéristique tout à fait comparable à celle de la latérite de Bougourou en ce qui

(1) Ces analyses sont prises dans la Note des *C. R.* ; dans le mémoire détaillé, l'analyse B porte en outre 7,44 de Fe²O³, non compris dans la somme. La teneur en soude de B² est incompréhensible.

concerne les rapports de titane et de l'alumine, mais le départ du fer est déjà fort accentué, et l'échantillon a dû être recueilli plus loin de la roche intacte que le mien :

	TiO ² : Al ² O ³ .		Al ² O ³ : Fe ² O ³ .	
A.....	1	2,8	1	1,5
A ¹	1	2,9	1	0,6

Les séries B et C sont beaucoup plus riches en silicate d'alumine (on se rappellera que 5 p. 100 de SiO² correspondent à 10,7 du composé 2 SiO².H²O.2 H²O). Pour fixer les idées, je prendrai l'analyse B¹ : je supposerai que la chaux et les alcalis correspondent à des feldspaths non attaqués, que la magnésie existe sous la forme de métasilicate et l'oxyde ferreux sous celle de magnétite. Ces corps déduits, le résidu formant 87 p. 100 de la roche correspond à 60 p. 100 d'éléments latéritiques (34 p. 100 Al²O³.3H²O et 26 p. 100 2Fe³O³.3H²O) et à 27 p. 100 d'argile (2SiO².Al²O³.2H²O). C'est donc une *latérite silicatée*, renfermant près de deux fois et demie plus d'argile que la roche A. En ce qui concerne le titane, il faut admettre qu'il se trouve à l'état libre, car la teneur en oxyde ferreux ne permet pas de l'attribuer à un résidu d'ilménite ni de titanomagnétite.

Le calcul des rapports des éléments latéritiques conduit à des résultats moins clairs que dans les roches précédentes : il y a en effet dans les rapports TiO² : Al²O³ de B² et de C¹ une différence de signe que je ne m'explique pas ; en tout cas, la teneur en fer montre que les échantillons ont dû être recueillis plus haut que le précédent dans la zone de départ :

	TiO ² : Al ² O ³ .		Al ² O ³ : Fe ² O ³ .	
B.....	1	6,7	1	1,2
B ¹ ; B ² ; B ³	1	8,5; 5,8; 8,4	1	0,4; 0,5; 0,4
C.....	1	7,8	1	1,2
C ¹	1	4,8	1	0,7

2° ALTÉRATION KAOLINIQUE.

En ce qui concerne la roche D, l'analyse fait voir qu'elle est d'une tout autre nature; sa composition ne comporte que 16 p. 100 environ d'éléments latéritiques (4 p. 100 Al²O³.3H²O ; 12 p. 100 2Fe³O³.3H²O)

et 60 p. 100 de kaolinite, que les auteurs d'ailleurs indiquent comme visible au microscope; ce n'est donc plus une latérite, mais un *kaolin* un peu *latéritique*, qui, par suite, serait l'homologue du type argileux de décomposition que j'ai rencontré dans les syénites des îles de Los, avec cette différence que la structure du silicate d'alumine serait cristalline au lieu d'être amorphe.

Je n'ai vu personnellement aucun cas de ce genre.

§ IV. — Latérite des péridotites.

Les péridotites se voient en divers points du massif du Kakoulima à l'état très frais. Un gisement entièrement transformé s'observe sur la voie du chemin de fer au kilomètre 10.

Ces péridotites sont des *wehrlites* passant à des dunites. Elles sont d'un vert presque noir, et essentiellement constituées par des grains d'olivine, englobés par plus ou moins de diallage (en grandes plages), auxquels se joint du plagioclase basique dans des types évoluant vers les gabbros. Il existe en général de petits grains ou des octaèdres d'un spinelle chromifère (picotite). Dans ces roches, l'olivine seule est parfois un peu altérée et traversée alors par des fentes irrégulières d'antigorite (fig. 2, pl. XV) et associée à un peu de talc.

a. — Zone de départ.

La roche altérée est jaune, légère, poreuse (fig. 4, pl. XII); elle s'écrase sous la pression du doigt. Dans une masse à texture cloisonnée, on observe à l'œil nu quelques lamelles brillantes, squelettes de pyroxène.

Au microscope, on ne voit que des plages à structure maillée (fig. 3, pl. XV), dont la trame, correspondant aux anciennes cassures du péridot, limite des plages à structure membraneuse d'un jaune pâle : elles sont toujours inutilisées par la confection de lames minces. Les squelettes du pyroxène sont reconnaissables grâce à la disposition de la substance ferrugineuse le long d'anciens clivages. Les produits d'altération sont constitués par de la stilpnosidérite ou par de la limonite imprégnant de l'hydrate d'alumine colloïdal. Le spinellide reste intact.

Enfin il faut signaler parfois çà et là quelques lamelles de tale non attaqué.

Certains échantillons (Kakoulima) sont plus cohérents; l'intérieur des mailles est de couleur plus foncée et constitué par de la limonite plus pure.

b. — Zone de concrétion.

La tranchée du kilomètre 10 fournit un très beau contact de la zone de départ et de la cuirasse ferrugineuse, qui est particulièrement épaisse en ce point (plus de 1 mètre). La latérite, telle qu'elle vient d'être décrite, est traversée par des veinules tubulaires creuses à surface mamelonnée de stilpnosidérite (fig. 4, pl. XII); elles présentent la même disposition que celles du gisement de diabase du kilomètre 303.

D'abord isolés, ces tubes ferrugineux deviennent plus nombreux au voisinage de la surface; ils s'enchevêtrent, s'anastomosent, formant un réseau de plus en plus serré, qui emprisonne de petits ilots jaunes, terreux, limoniteux, derniers restes de la latérite inférieure (fig. 5, pl. XII).

Ils finissent par constituer la roche entière, qui consiste alors en une limonite caverneuse ou compacte : sa structure est concrétionnée; les zones d'accroissement sont souvent disposées à peu près parallèlement à la surface extérieure de l'affleurement. C'est là l'exemple le plus typique de la cuirasse ferrugineuse continue.

On peut recueillir dans ces gisements toutes les variétés de formes connues dans les concrétions de limonite et de stilpnosidérite et notamment de grandes géodes à surface mamelonnée, avec structure fibreuse, qui fournissent de beaux échantillons de collection.

Des conglomérats de petits fragments se rencontrent à la surface de cette cuirasse, comme sur celle des diabases.

Il faut noter qu'aux affleurements de ces gisements, comme à ceux des diabases, la limonite est plus ou moins déshydratée sous l'influence des rayons solaires et qu'elle prend alors des teintes d'un rouge vif.

Je considère que dans ce cas, comme dans tous les précédents, la cuirasse est formée par une imprégnation de la zone supérieure de la roche latéritisée. Il est possible de donner ici une démonstration certaine de cette opinion, car, toutes les fois que l'on dissout dans l'acide chlorhy-

drique un échantillon de cette cuirasse, même lorsqu'elle semble constituée par de la limonite très pure, on obtient un résidu insoluble, de même nature que celui fourni par la latérite de la zone de départ (toujours moins de 2 p. 100 et généralement beaucoup moins); il est constitué par le spinelle chromifère caractéristique de la péridotite : c'est un minéral particulièrement réfractaire à toute altération.

c. — Composition chimique.

Les deux premières et la quatrième des analyses données ci-contre ont été faites par M. Pisani, la troisième par M. Boiteau.

a et *b*. Deux types de la péridotite du Kakoulima ;

c. Latérite poreuse de la zone de départ ; kilomètre 10 ;

d. Cuirasse ferrugineuse ; prise d'essai obtenue en pulvérisant vingt-cinq échantillons de minerai rouge ;

e. Minerai de fer du Fouta-Djallon analysé par Berthier (*Ann. Mines*, V, 128, 1820).

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>
SiO ²	40,01	38,32	12,67	»	2,8
Al ² O ³	2,54	2,66	12,59	4,80	8,7
Cr ² O ³	0,16	0,16	»	0,20	tr.
Fe ² O ³	1,00	4,35	46,84	83,50	77,2
FeO.....	11,70	11,78	»	»	»
MgO.....	39,90	36,22	1,26	»	»
CaO.....	1,68	2,74	0,04	»	»
Na ² O.....	1,07	0,16	»	»	»
K ² O.....	0,52	0,06	»	»	»
TiO ²	»	0,28	0,55	»	»
H ² O.....	1,10	3,38	15,32	10,18	11,4
Insoluble.....	»	»	10,73 (1)	1,70 (picotite)	»
	99,68	100,11	100,00	100,48	99,6

L'interprétation de l'analyse *c* demande une discussion. La coloration jaune clair aussi bien que l'examen microscopique font voir que le fer ne peut se trouver qu'à l'état de 2Fe²O³.3H²O. Si donc le silicate a la composition de celui que nous avons considéré jusqu'à présent, l'alumine ne peut se trouver qu'à l'état d'hydrate à 1 molécule d'eau, et non à 3, comme dans toutes les roches précédentes. La teneur en éléments latéri-

(1) Le chrome se trouve uniquement dans ce résidu insoluble (picotite).

tiques est de 63 p. 100 (3 p. 100 $\text{Al}^2\text{O}^3 \cdot \text{H}^2\text{O}$, 60 p. 100, $2\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot 3\text{H}^2\text{O}$). La proportion des silicates d'alumine colloïdaux étant de 37 p. 100, la teneur en eau de la roche implique pour celui-ci un degré d'hydratation d'environ $3,5 \text{H}^2\text{O}$.

La roche originelle n'est pas visible au point où a été recueillie cette latérite; elle correspond certainement à un type plus feldspathique (plus alumineux) que les deux roches analysées en *a* et *b*.

Quant à l'analyse *d*, elle montre la disparition complète de la silice. L'interprétation de la constitution des hydrates reste douteuse. La coloration inégalement rouge des échantillons étudiés ne laisse pas de doute sur les variations d'hydratation du fer. Si l'on admet que l'hydrate d'alumine est à 3 molécules de H^2O , la quantité d'eau restant combinée à l'hydroxyde de fer conduit pour ce dernier à une composition inférieure, au point de vue de l'hydratation, à celle de la gœthite. Si, au contraire, on suppose un hydrate d'alumine à 1 molécule d'eau, l'hydroxyde de fer aurait la composition de la gœthite, mais une semblable hypothèse doit être rejetée, puisque ce minéral n'existe certainement pas dans cette latérite, et que l'examen microscopique démontre la présence d'un mélange d'hématite et de limonite.

d. — Les minerais de fer latéritiques.

La cuirasse ferrugineuse fournissait jadis aux indigènes le minerai nécessaire à la fabrication de leur fer; tel était le cas de celui qui a été analysé par Berthier.

Depuis quelques années, de très nombreux permis de recherches pour le fer ont été demandés en Guinée; ils sont généralement localisés sur la cuirasse ferrugineuse des latérites de gabbros, de diabases et surtout de péridotites, là où elle est continue, c'est-à-dire dans des régions plus ou moins plates.

Aucun travail de recherche n'a été fait jusqu'à présent en dehors de quelques grattages superficiels, de telle sorte qu'il est difficile de se faire sur la valeur économique de ces gisements une opinion définitive basée sur des faits; mais les observations exposées plus haut permettent

une conclusion par analogies. Elles montrent que, si ces gisements sont très étendus en surface, leurs parties riches ne peuvent avoir que peu d'épaisseur et, dans tous les cas, elles doivent toujours être localisées à la surface même de la cuirasse de la zone de concrétion.

Là seulement, en effet, peut se rencontrer de l'hydroxyde de fer, relativement pur; dès que l'on pénètre à plus d'un mètre de la surface et généralement bien avant, on doit s'attendre à voir apparaître les stades successifs du passage de la cuirasse à la latérite de la zone de départ, et à les trouver de moins en moins ferrifères et de plus en plus riches en alumine (1).

Les petites quantités de chrome contenues dans certains de ces minerais ne se rencontrent que là où la cuirasse est formée aux dépens de péridotites. Or je viens de montrer que ce métal y existe surtout à l'état de spinellide, c'est-à-dire dans le dernier résidu incomplètement attaqué de la péridotite. On ne doit donc pas espérer trouver de minerais à haute teneur en chrome, aucune concentration primaire des spinellides n'ayant, jusqu'à présent, été observée dans les péridotites de la Guinée, et les spinellides de la cuirasse devant nécessairement rester très dilués dans l'hydroxyde de fer concentré à la surface.

V. — Latérites alluvionnaires (latéritites).

J'ai indiqué plus haut que, localement, des débris de la carapace sont parfois accumulés dans les dépressions par un phénomène alluvionnaire; je n'y reviendrai pas.

Je m'occuperai seulement ici d'alluvions surtout formées par des matériaux fins, qui résultent, eux aussi, du lavage des latérites.

(1) C'est ce qui arrive pour le second échantillon analysé par Berthier :

SiO ²	2,0
Al ² O ³	40,0
Fe ² O ³	33,6
Cr ² O ³	tr.
H ² O.....	24,7
	<hr/> 100,3

Il correspond à peu près à la latérite de la zone de départ de Bougourou.

J'ai rencontré une semblable formation non cimentée dans la tranchée du chemin de fer, vers le kilomètre 302. Sur une diabase en partie latéritisée, on voit une couche, d'environ 1 mètre d'épaisseur, formée par une terre d'un brun jaunâtre, s'écrasant sous la pression du doigt et renfermant, par places, une grande quantité de pisolites ferrugineux, les uns très réguliers et libres, les autres agglomérés pour former des concrétions de formes variées.

Il s'agit évidemment là d'une alluvion, venue de plus loin, et non d'un produit de destruction de la latérite gibbsitique sous-jacente, car on n'y trouve pas de débris élastiques d'hydrargillite, alors que les fragments anguleux de quartz y sont extrêmement abondants et sont noyés dans une matière colloïdale argileuse et ferrugineuse.

A la partie supérieure de cette couche, se voient des tubes de limonite, tout à fait semblables à ceux décrits page 286, dans la diabase d'un gîte voisin. Comme dans celui-ci, ces tubes se raccordent vers le haut avec une croûte continue, limoniteuse, qui renferme, elle aussi, du sable quartzéux; il faut, par suite, la considérer comme la cuirasse ferrugineuse d'une zone de concrétion formée aux dépens de cette alluvion.

L'analyse suivante a été faite sur l'alluvion meuble :

SiO ₂	13,12
Al ₂ O ₃	25,61
Fe ² O ₃	12,97
TiO ₂	1,68
CaO.....	0,13
MgO.....	0,04
H ² O.....	15,81
Quartz.....	30,58
	<hr/>
	99,94

Cette analyse peut s'interpréter de la façon suivante, déduction faite du quartz élastique :

Éléments latéritiques 50 p. 100 (Al₂O₃.3 H₂O, 28; 2Fe²O₃.3H₂O, 22), le reste étant constitué par de l'argile. Par définition, cette roche correspond aux *latéritites* de M. Fermor; elle est située à la limite des *latéritites bauxitiques* et des *argiles latéritiques*; mais je ferai remarquer que j'ai éliminé pour l'analyse les pisolites ferrugineux, qui, s'ils étaient comptés dans la composition de la roche, augmenteraient notablement sa teneur

en éléments latéritiques : il faut donc considérer cette roche comme une *latérite bauxitique quartzeuse*.

Il eût été intéressant d'avoir la composition de la cuirasse qui, par analogie avec tous les faits précédemment établis, doit être enrichie en hydrate d'alumine formé aux dépens du silicate ; malheureusement un mélange d'étiquettes s'étant produit en cours de route dans une partie des collections que j'ai recueillies le jour où j'ai visité ce gisement, je ne suis pas suffisamment sûr de la provenance exacte de mes échantillons pour pouvoir m'en servir pour une discussion de ce genre.

A quelques centaines de mètres de la coupe qui vient d'être étudiée, j'ai recueilli dans cette même latérite détritique un curieux bloc, de la grosseur de la tête, de latérite, mi-partie pisolitique, mi-partie oolitique ; sa présence confirme l'origine que j'attribue à ces couches alluvionnaires ; elle appartient à un type que je ne connais pas en place.

Cette roche, extrêmement tenace, est constituée par des pisolites de bauxite blanche, zonés de rouge, de 0^{cm},5 de diamètre. Ils sont clairsemés dans une pâte formée par des oolites de même composition, n'ayant qu'une fraction de millimètre de diamètre (fig. 6, pl. XII). Oolites et pisolites sont formés par des produits colloïdes ; ils sont réunis par un ciment de même nature, localement ferrugineux, qui renferme un peu d'hydrargillite cristallisée secondaire.

Les parties basses de la vallée du Mamou sont couvertes par une cuirasse ferrugineuse, qu'il est facile d'étudier aux environs de la gare de la ville du même nom, là où le sol a été gratté superficiellement pour l'extraction du ballast. La roche qui la constitue est plus ou moins régulièrement pisolitique (fig. 3 et 4, p. XIII) ; dans un grand nombre d'échantillons, les éléments élastiques sont exclusivement constitués par du quartz ; mais, en certains points, on peut constater que les pisolites, au lieu d'avoir seulement pour centre un débris de cette cuirasse ferrugineuse comme dans la figure 3 de la planche XVII, sont constitués par des fragments de diabase présentant la décomposition gibbsitique à ses divers stades. Enfin, dans certaines portions, ceux-ci prédominent.

On se trouve donc en présence d'alluvions originellement constituées par des matériaux complexes, les uns empruntés au sol granitique sous-

jacent, les autres aux diabases latéritisées voisines. Il en résulte des phénomènes comparables à ceux que j'ai décrits en m'occupant des latérites gibbsitiques.

L'hydrargillite ne reste pas confinée dans les fragments latéritiques : elle se forme aussi dans le ciment par modification de celui-ci, ou bien elle émigre dans sa masse et y cristallise en cristaux d'autant plus nets qu'ils sont moins nombreux. Ils s'isolent parfois en agrégats très purs, mais souvent aussi ils se concentrent autour des grains de quartz (fig. 2, pl. XVI), auxquels ils peuvent même former une enveloppe continue. Il s'agit là incontestablement d'une cristallisation sur placé et non de l'entraînement mécanique de cristaux d'hydrargillite arrachés aux latérites gibbsitiques.

A l'inverse de ce qui a lieu pour l'alluvion décrite plus haut, ces roches sont solidement cimentées, parce qu'elles ont été recueillies à la surface (cuirasse).

Des roches analogues se trouvent dans un grand nombre de points de la Guinée, et notamment le long du chemin de fer (à Dabola en particulier).

CHAPITRE II

LES PRODUITS DE DÉCOMPOSITION DES SCHISTES MICACÉS, DES GNEISS ET DES GRANITES

§ I. — Altérations des schistes micacés.

Caractères généraux de la décomposition.

De vastes espaces du bassin du Niger, à l'est de Kouroussa, sont constitués par des schistes micacés. Je les ai surtout étudiés dans le Bouré; partant de Sigüiri, je suis remonté vers le nord jusqu'à Fatoya, puis à Bougourou; prenant ensuite la direction de l'ouest, j'ai atteint Didi, puis le Tinkisso à Kérouané; de là, j'ai descendu cette rivière jusqu'au Niger.

Dans toute cette région, très plate d'abord sur le bord du fleuve, puis ondulée pour atteindre à Fatoya l'altitude d'environ 80 mètres au-dessus du Niger, le sol est presque partout recouvert par une cuirasse ferrugineuse. Là où il existe des affleurements du substratum, près du poste de Sigüiri, à Fatoya, à Kentinian par exemple, on n'y trouve que des roches profondément décomposées.

Les roches intactes ne se rencontrent que çà et là (rochers dans le lit du Niger en aval de Kouroussa; près de Dougoura à environ 5 kilomètres en amont de Sigüiri, puis dans le Bouré, entre Komatiguia et Didi) et surtout là où, comme à la montagne de Bougourou, de grandes coulées basaltiques (diabases) se dressent en falaises abruptes, qui ont protégé les schistes sous-jacents contre l'érosion et contre l'altération atmosphérique. On peut constater alors que la plupart de ces roches sont des schistes à muscovite, à biotite, ou bien à séricite, ne renfermant, en plus de ces micas, que du quartz et parfois un peu de tourmaline et de rutile. Ils sont à fins éléments et renferment des accidents offrant une grande ressemblance avec les roches métamorphiques du Fouta-Djallon, (mont Gangan et Tabouna, à l'est de Kindia en particulier); il est

fort probable, du reste, qu'ils appartiennent à la même série géologique.

Ces schistes contiennent, à l'état d'intercalations et plus rarement de filons transversaux, des veines de quartz localement aurifères et aussi, à Bougourou, des aplites et des pegmatites, qui fournissent de beaux échantillons de muscovite palmée et plus rarement de la tourmaline noire.

Quelques coupes sont particulièrement intéressantes pour cette étude ; je citerai à ce point de vue la tranchée de la route de Kita, à environ 500 mètres du poste de Siguiri. On y voit les schistes relevés verticalement avec de nombreuses lentilles quartzzeuses ; ils sont recouverts par une zone ferrugineuse peu cohérente, qui, à sa partie supérieure, devient duré, pisolithique et localement bréchiforme.

Les exploitations minières de Fatoya fournissent des coupes d'une fraîcheur admirable. La grande tranchée en particulier est une excavation d'environ 120 mètres de longueur avec un front de taille coupé à pic d'une vingtaine de mètres de hauteur. Les 12 mètres inférieurs sont constitués par des schistes profondément altérés, avec d'innombrables veinules de quartz, les unes intercalées, les autres anastomosées dans tous les sens : ce sont elles qui fournissent la plus grande partie de l'or exploité dans ce gisement, une moindre quantité étant renfermée dans les schistes eux-mêmes. Les 8 derniers mètres tranchent par leur couleur rougeâtre sur cette zone sous-jacente (la figure 4 de la planche X permet de distinguer nettement ce contact). Cette latérite superficielle est peu cohérente à la base, dure et résistante à la partie supérieure, qui constitue la cuirasse ferrugineuse.

Ces mêmes schistes altérés se retrouvent avec les mêmes caractères à Kentinian, où une galerie a été entaillée entièrement au milieu d'eux.

Les innombrables puits indigènes qui ont été creusés dans cette région pour la recherche de l'or fournissent, toujours sous la cuirasse ferrugineuse, la succession qui vient d'être indiquée. Enfin les puits de la plaine même du Niger (1), comme celui fait récemment dans le village de Siguiri, mettent en évidence, sous la cuirasse, des argiles dans

(1) Il en est de même pour les puits des villages que j'ai visités sur les deux rives du Niger entre Kouroussa et Siguiri (notamment Baladougou, où une excavation dans les argiles est visible à l'entrée du village).

lesquelles il est encore possible de reconnaître la structure des schistes.

Cette rapide description fait voir qu'au point de vue du mode d'altération, les roches dont il s'agit ici présentent avec celles étudiées dans le chapitre précédent une première différence essentielle ; la décomposition s'observe sur une épaisseur beaucoup plus grande ; on ne voit plus le contact net de la roche fraîche avec ses portions décomposées. La transformation dans la zone de départ ne s'effectue plus d'une façon brusque, mais lentement et progressivement. La structure des feuilletés et le pendage vertical des schistes ont sans doute aidé à cette intensité de la propagation de l'altération.

L'aspect des produits ainsi formés pourrait faire croire à une discontinuité entre la zone inférieure et celle qui la surmonte, mais il s'agit simplement là d'une question de coloration (fig. 3, pl. X), due à la concentration superficielle du fer, qui apparaît plus nette que dans les diabases à cause de la décoloration souvent presque complète des schistes les plus inférieurs.

a. — Zone de départ.

Dans cette zone, le schiste micacé a perdu sa ténacité : il est devenu friable et onctueux au toucher lorsqu'il est sec, gluant et plastique quand il est humide. Sa couleur n'est plus uniforme ; les tranchées toutes fraîches de Fatoya sont à ce point de vue très caractéristiques et offrent sous le soleil de la Guinée un aspect tout à fait resplendissant. On croirait voir une gigantesque palette de peintre couverte des plus riches couleurs : ici, des taches d'un blanc éclatant, là toute une gamme de rouges rutilants, ou de jaunes ou de gris, se fondant les uns dans les autres d'une façon insensible ou se montrant accolés sans transition. Aucun ordre n'existe dans ce mélange de couleurs, sauf la prédominance de plus en plus grande des teintes rouges dans les parties supérieures jusqu'au moment où elles existent seules, et c'est cette portion de la tranchée qui, sur la figure précitée, apparaît si nettement distincte de la zone inférieure. Parfois, comme à l'entrée de la galerie de Kentinian, les teintes rouges s'isolent sous forme de petites taches assez régulières, et la roche paraît tigrée.

En même temps que la couleur devient uniformément rouge, on peut constater que la schistosité originelle disparaît peu à peu.

L'examen microscopique des échantillons recueillis à la base de la tranchée de Fatoya montre à peu près la même composition minéralogique que dans les schistes micacés intacts ; cependant on y voit, çà et là, des plages colloïdales et de petites lamelles très peu biréfringentes de kaolinite. La proportion des unes et des autres va en augmentant dans les échantillons recueillis de plus en plus haut, et, lorsqu'on arrive à ceux qui sont uniformément rouges, les plaques minces sont presque obscures en lumière polarisée parallèle, si l'on fait abstraction du quartz, de fines aiguilles de tourmaline et de rutile anciens ; les micas sont entièrement remplacés par une matière colloïdale et par de la kaolinite, facile à reconnaître à cause de la forme de ses lamelles empilées suivant la base, et dont l'ensemble rappelle celui d'un accordéon entr'ouvert.

Toutes ces apparences sont expliquées par les résultats de l'étude chimique, très complète, qui a été faite de ces roches par M. Arsandaux, et à laquelle je n'ai rien à ajouter. Ses échantillons ont été recueillis par M. Villiaume, à une époque où la tranchée de Fatoya n'était pas ouverte comme aujourd'hui et où les roches étaient prélevées dans des sondages, ce qui permettait peut-être mieux de préciser le niveau exact auquel ils étaient recueillis. Je rappellerai que la méthode analytique de M. Arsandaux a consisté à attaquer la roche par l'acide chlorhydrique bouillant, qui dissout presque exclusivement les hydroxydes de fer et d'alumine, puis à traiter le résidu par l'acide sulfurique, qui attaque le reste de la roche, à l'exception du quartz bien entendu.

Les échantillons ramassés à 18 mètres de profondeur, c'est-à-dire à peu près au niveau du fond de la tranchée actuelle, donnent pour la partie inattaquée une composition voisine de celle de la muscovite normale (Voir plus loin l'analyse *a*) ; mais ; en étudiant des échantillons moins éloignés de la surface (analyses *b* à *d*), on voit que, dans ceux-ci, la proportion des alcalis et en particulier celle de la potasse décroissent en même temps que la teneur en eau augmente, de telle sorte que la composition du produit se rapproche de plus en plus de celle de la kaolinite, qui est à peu près réalisée dans des échantillons du sommet de ce que je considère comme la zone de départ [échantillon rouge (*e*), sur lequel la schistosité n'est plus distincte].

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>
SiO ²	44,9	46,4	45,0	44,5	44,6
Al ² O ³	37,9	35,9	37,1	38,2	35,8
TiO ²	1,0	0,7	1,3	1,5	0,9
CaO + MgO.....	1,1	1,3	1,0	0,9	0,9
Na ² O.....	0,9	1,8	0,4	0,4	0,4
K ² O.....	6,9	4,3	3,3	1,5	0,5
H ² O.....	7,6	8,9	11,4	12,5	16,6
	<u>100,3</u>	<u>99,3</u>	<u>99,5</u>	<u>99,5</u>	<u>99,7</u>

En même temps, la proportion des hydrates solubles dans l'acide chlorhydrique croît de la même façon ; leur teneur est la suivante (p. 100) pour les différentes roches dont je viens de donner l'analyse :

	Hydrates.	Silicates phylliteux.
<i>a</i>	0,8	99,2
<i>b</i>	2,0	98,0
<i>c</i>	5,5	94,5
<i>d</i>	12,2	87,8
<i>e</i>	32,9	67,1

De plus, la composition des produits attaqués se modifie de *a* à *e*. Seul, tout d'abord, de l'oxyde de fer est dissous, mais bientôt on voit apparaître et en quantité progressive de l'hydrate d'alumine. Voici le rapport du fer et de l'alumine dans les différentes roches analysées (pour 100 parties de matière dissoute) :

	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>
Fe ² O ³	99,0	95,0	93,5	77,3	60,9
Al ² O ³	traces	5,0	3,6	16,6	22,4

Deux essais ont été effectués pour déterminer dans la mesure du possible la teneur en eau des hydrates ainsi formés. Les résultats suivants ont été obtenus par M. Arsandaux sur des portions claires extraites des roches *d* et *e* :

Silicates insolubles dans l'acide chlorhydrique.

	<i>d</i> ₁ .	<i>e</i> ₁ .
SiO ²	45,1	44,2
Al ² O ³	38,4	37,8
MgO.....	0,7	0,7
CaO.....	traces	traces
Na ² O.....	0,5	0,5
K ² O.....	1,6	0,4
H ² O.....	13,4	15,8
	<u>99,7</u>	<u>99,4</u>

Les proportions de ces silicates sont respectivement de 89,6 p. 100 pour d_1 et de 13,9 p. 100 pour e_1 .

Hydrates solubles dans l'acide chlorhydrique.

	d_1 .	e_1 .
Al ² O ³	11,4	17,5
Fe ² O ³	70,5	62,4
H ² O.....	18,1	20,1
	100,0	100,0

Les proportions de ces hydrates sont de 10,4 p. 100 (d_1) et de 26 p. 100 (e_1). Leur composition peut être interprétée de la façon suivante :

	d_1 .	e_1 .
Al ² O ³ .3 H ² O.....	18 p. 100	26 p. 100
2Fe ² O ³ .3 H ² O.....	82 —	74 —

On voit donc que, bien que ces hydrates ne soient pas cristallisés, ils tendent vers la composition de composés définis.

M. Arsandaux conclut, — et cette conclusion me paraît pouvoir être acceptée sans réserve, — que cette altération consiste en une transformation progressive des micas en kaolinite par perte des alcalis et fixation d'eau, avec production d'hydrates définis de fer et d'alumine ; celui d'alumine résulte probablement de la destruction de la kaolinite. Il s'est demandé ensuite si l'on ne peut pas penser que cette transformation va jusqu'à la destruction complète du silicate d'alumine. Les observations que j'ai recueillies dans la zone de concrétion, qui n'a pas encore été étudiée, me permettent de faire voir que cette manière de voir est parfaitement justifiée.

b. — Zone de concrétion.

A Fatoya, dans la partie supérieure de la zone, où la schistosité originelle de la roche cesse d'être visible, le schiste, comme je l'ai dit plus haut, devient uniformément rouge. En même temps, cette rubéfaction est accompagnée de modifications dans la cohésion de la roche : celle-ci devient friable et localement presque incohérente. Je pense que cela est dû à la transformation des produits argileux, dont je

vais montrer plus loin l'évolution ; la teneur en fer et surtout la dissémination de celui-ci ne sont pas encore suffisantes pour amener une solide cimentation de la roche, comme cela a lieu dans la partie superficielle de la coupe, dans la cuirasse.

A la base de cette zone, où en moyenne la schistosité n'est plus visible, on peut cependant suivre la trace de celle-ci grâce aux veinules de quartz, qui restent encore en place sur quelques mètres, puis elles s'affaissent ensuite peu à peu, tout en restant parfois encore assez proches de leur position originelle pour qu'il soit possible de la reconstituer par la pensée. Le même fait s'observe aussi dans la tranchée voisine du poste de Siguri.

A partir de 3 ou 4 mètres au-dessus de la base de cette zone, j'ai trouvé, au milieu de la roche rougeâtre, peu cohérente, une grande quantité de blocs très durs, présentant une structure rubanée, trace de l'ancienne schistosité. Quelques échantillons étaient encore tout à fait en place, de telle sorte qu'il était possible de constater que leur rubanement était sur le prolongement de celui des schistes inférieurs ; mais le plus souvent je les ai vus chavirés, au milieu de la roche ambiante moins solide.

L'examen microscopique montre dans ces roches de très grandes variations minéralogiques dont l'étude est des plus intéressante. Dans tous les cas, le produit ferrugineux est ou bien colloïdal (stilpnosidérite), ou bien cryptocristallin. Il a une très grande tendance à se localiser suivant les anciens plans de schistosité, et cela est surtout net quand le schiste était originellement très plissé. Les produits incolores sont constitués par des proportions variables d'un hydrate d'alumine colloïdal, sur lequel je vais revenir tout à l'heure, et d'hydrargillite largement cristallisée formée à ses dépens. C'est dans la structure de celle-ci que se manifestent les plus grandes variations.

La roche peut être compacte, et alors l'hydrargillite forme des plages irrégulièrement enchevêtrées, qui offrent la plus grande analogie avec le quartz pœcilitique (quartz globulaire de Michel-Lévy) ; en l'absence de macles, on serait tenté au premier abord de les prendre pour ce minéral, n'était la réfringence plus grande que celle du baume du Canada, et la continuité de certaines de ses plages avec des cristaux d'hydrargillite

présentant les macles caractéristiques. L'aspect spongieux de cette variété d'hydrargillite est dû à toutes les impuretés ferrugineuses qu'elle renferme (1).

Un type particulièrement curieux est constitué par des roches criblées de cavités, sensiblement parallèles à leur rubanement. Des zones très ferrugineuses servent de support à un grand nombre de plages fort larges d'hydrargillite, non maclée, imprégnant de la limonite : elles sont bordées de chaque côté au voisinage des cavités par de grands cristaux limpides d'hydrargillite maclée, qui parfois se rejoignent et font disparaître tous les vides, pour donner naissance à des roches à grands éléments du type de celle représentée par la figure 2 de la planche XVI.

D'autres échantillons sont constitués par des îlots microgrenus du type de la figure 3 de la planche XIV, îlots remarquables par l'irrégularité de leur grain et par l'abondance de leurs vacuoles à contours sinueux, remplies par de très grandes plages d'hydrargillite maclée. L'oxyde de fer est souvent localisé dans des points spéciaux ; le cas extrême est celui fourni par des blocs de stilpnosidérite compacte traversés par des fissures que tapissent ou remplissent de belles lames d'hydrargillite.

Enfin la cuirasse superficielle de cette zone est constituée par une latérite très dure, concrétionnée, que le microscope montre fort hétérogène, constituée par des portions riches en hydrargillite et d'autres formées surtout par de la stilpnosidérite ou de la limonite. Les cavités y sont fréquentes et généralement revêtues d'hydrargillite.

On observe, tout à fait à la surface, la même structure concrétionnée, pisolitique et conglomératique, que dans la cuirasse des latérites de diabases : les pisolites ferrugineux sont fréquemment formés par de la stilpnosidérite alumineuse à cassure mate.

Dans la région désignée sous le nom de Fatoya Nord, se voient en grand nombre des puits indigènes effondrés ; à leur voisinage, les bowals sont recouverts de fragments de la cuirasse enrobés par de la limonite mamelonnée ; ils présentent cet aspect de pomme de terre dont

(1) Les planches de ce mémoire étaient faites lorsque j'ai étudié ces échantillons, ils n'ont pu être figurés : j'en donnerai des photographies dans une note du *Bulletin de la Société française de minéralogie*, XXXVII, 1914, qui paraîtra peu après ce travail.

j'ai parlé à l'occasion de produits similaires existant sur la cuirasse de la montagne de Bougourou.

Enfin, sur les bowals de Fatoya, se rencontrent en très grande abondance des termitières, semblables à celles représentées par la figure 5 de la planche X. L'examen microscopique de lames minces taillées dans ces curieux édifices en forme de champignon montre qu'ils sont essentiellement constitués par des petits grains de quartz et de menus fragments de latérite gibbsitique, cimentés par des produits colloïdaux jaunes limoniteux. L'aspect et la structure sont ceux des alluvions latéritiques meubles décrites page 299; je n'y ai rencontré aucun cas de formation récente d'hydrargillite.

La coupe de la route de Kita, à la sortie de Siguiri, est surtout intéressante à cause de l'abondance des formations pisolitiques, qui y sont beaucoup plus régulières que dans les autres gisements que j'ai étudiés. La cuirasse est en effet constituée par une roche solide, résistante, très riche en pisolites, dont le diamètre varie depuis 0^{cm},5 jusqu'à 1 centimètre; ils sont blancs, jaunes ou rouges, souvent formés de couches concentriques de couleurs variées; ces pisolites sont réunis par un ciment, dont la couleur diffère parfois de leur couleur propre (rouge quand ceux-ci sont blancs et inversement) (fig. 1, pl. XIII).

Cette roche s'est évidemment formée par la concrétion de produits colloïdaux, mais son hydrate d'alumine est en voie de cristallisation secondaire sous forme d'hydrargillite. Je n'ai pas rencontré de cas de transformation totale, bien que celle-ci soit souvent fort avancée. Elle se manifeste de la façon la plus irrégulière, tantôt dans le ciment, et alors les paillettes d'hydrargillite sont distribuées d'une façon quelconque, sous forme de ponctuations d'abord, puis ensuite de cristaux plus gros, s'isolant dans des boutonnières, et tantôt dans les pisolites, qui dans ce cas peuvent être entièrement remplis sans respect de la structure zonaire initiale, ou bien renfermer un vide central que borde une croûte très cristalline d'hydrargillite. Les phénomènes de concrétionnement sont beaucoup plus fréquents dans la pâte lorsque celle-ci est formée par la stilpnosidérite que lorsqu'elle est incolore.

La figure 4 de la planche XVII représente la coupe d'un échantillon

de la surface de la cuirasse, dans lequel les pisolites sont formés par de petits fragments à composition complexe enrobés dans de la stilpnosidérite, alors que le ciment est surtout alumineux.

J'ai recueilli dans ce gisement un bloc constitué par des fibres d'un brun rougeâtre, que, sur le terrain, j'avais prises pour de la gœthite, dont elles possèdent tout à fait l'aspect. Grande a été ma surprise en examinant des lames minces taillées dans cet échantillon et en constatant que les fibres appartiennent à de la tourmaline bleuâtre, tout à fait intacte, mais très fissurée et imprégnée par de la stilpnosidérite, qui lui donne sa couleur et son éclat inusités. Les intervalles de ces aiguilles de tourmaline sont remplis par des agrégats grenus d'hydrargillite, constituant ainsi une association minéralogique exceptionnelle.

L'examen minéralogique montre, en définitive, que la plus grande partie des roches de la zone de concrétion sont formées par de l'hydrate ferrique et par des produits alumineux colloïdaux en voie de transformation plus ou moins avancée en hydrargillite ; mais une incertitude restait sur la question de savoir quelle est la richesse en eau de ces hydrates colloïdaux ; pour essayer de la lever, j'ai fait faire les trois analyses suivantes (M. Boiteau) :

- a. Latérite pisolitique de Siguiri ;
- b. Bloc à structure rubanée riche en hydrargillite de Fatoya ;
- c. Portion pisolitique de la cuirasse du même gisement.

	a.	b.	c.
SiO ²	0,72	1,22	4,37
Al ² O ³	50,62	46,31	39,79
Fe ² O ³	17,69	17,65	32,26
TiO ²	1,02	0,19	0,66
CaO.....	0,17	0,19	0,17
H ² O.....	25,80	21,40	21,05
Quartz.....	6,23	13,33	1,70
	100,00	100,29	100,00

Ces résultats prouvent nettement que, dans cette zone de concrétion, le phénomène est bien, comme il a été supposé plus haut, essentiellement caractérisé par la destruction progressive du silicate d'alumine, destruction qui est à peu près totale dans la latérite pisolitique de Siguiri.

La seule comparaison des teneurs en eau et en alumine montre que l'hydrargillite ne constitue pas tout l'hydrate d'alumine et que, par suite, une partie au moins de l'hydrate colloïdal doit avoir moins de 3 molécules d'eau. Il n'est pas possible de faire de calcul précis, mais on peut mettre en évidence ce fait de la façon suivante.

Supposons, pour un instant, que le fer soit à l'état de Fe^2O^3 , et effectuons le calcul dans cette hypothèse. Les nombres ci-contre ont été obtenus en ramenant à 100 le résultat de l'analyse pour rendre les résultats comparables, mais en ne tenant compte ni de l'acide titanique, ni de la chaux, qui sont accessoires ; les nombres ont été en outre arrondis.

Pour l'analyse *a*, on peut faire l'hypothèse suivante : $2\text{SiO}^2.\text{Al}^2\text{O}^3.2\text{H}^2\text{O}$, 2 p. 100 ; $\text{Al}^2\text{O}^3.3\text{H}^2\text{O}$, 77 p. 100 ; Fe^2O^3 , 19 p. 100. La coloration rouge de la roche et aussi l'examen microscopique montrent que le fer n'est pas à l'état de limonite pure, mais en outre la facilité avec laquelle il se dissout, au moins en partie, par l'action rapide de l'acide chlorhydrique prouve qu'il n'existe pas exclusivement à l'état anhydre. Il faut donc attribuer une partie de l'eau au fer et en conclure qu'une portion de l'hydrate d'alumine qui vient d'être comptée comme hydrargillite ne possède qu'une molécule d'eau.

Pour la même raison, dans la roche analysée en *b*, la proportion de cet hydrate sera beaucoup plus considérable, car le calcul décèle son existence en même temps que subsiste la même cause d'erreur : argile 3 p. 100 ; hydrargillite, 63 p. 100 ; $\text{Al}^2\text{O}^3\text{H}^2\text{O}$, 12 p. 100 ; Fe^2O^3 , 22 p. 100. Il me semble probable que, dans ce cas, l'hydrate d'alumine colloïdal, que montre l'examen microscopique, est en totalité sous la forme de l'hydrate inférieur.

Quant à la roche ayant fourni la dernière analyse *c*, il est fort possible qu'elle soit dépourvue de cet hydrate à 1 molécule d'eau, car le calcul indique : argile, 9 p. 100 ; hydrargillite, 55 p. 100 ; $\text{Fe}^2\text{O}^3\frac{3}{4}\text{H}^2\text{O}$, 34 p. 100 ; cette interprétation du fer pourrait fort bien se rapprocher de la réalité, c'est-à-dire d'un mélange de limonite intacte et d'hématite résultant de la décomposition de ce minéral.

Voici les résultats de l'attaque fractionnée :

c^1 partie attaquée par l'acide chlorhydrique.		
c^2 — — — l'acide sulfurique.		
	c^1 .	c^2 .
SiO ²	0,13	4,24
Al ² O ³	18,86	20,93
Fe ² O ³	29,51	2,75
TiO ²	0,22	0,44
CaO.....	0,12	0,05
H ² O.....	10,80	10,25

Si l'on admet que l'hydrate d'alumine existe entièrement sous forme d'hydrargillite, le fer doit être en partie sous celle de limonite et en partie sous celle de Fe²O³ dans c^1 et seulement sous celle de Fe²O³ dans c^2 : dans le cas où tout le fer serait à l'état d'hydrate, il en résulterait naturellement qu'une partie de l'hydrate d'alumine serait moins hydratée que l'hydrargillite.

Ces résultats concernant l'existence d'un hydrate d'alumine à 1 molécule d'eau concordent avec les observations faites par M. Arsandaux sur trois latérites pisolithiques provenant respectivement de Guinée, de la Côte d'Ivoire et de la Guyane. La composition, obtenue en totalisant le résultat de l'attaque par les acides chlorhydrique et sulfurique et en négligeant les produits accessoires, est la suivante pour l'échantillon de Guinée :

SiO ²	4,6
Al ² O ³	54,4
Fe ² O ³	20,8
H ² O.....	18,8

Ces résultats peuvent être interprétés de la façon suivante :

2SiO²Al²O³. 2H²O, 10 p. 100; Al²O³.3H²O, 23 p. 100; Al²O³.H²O, 42 p. 100; 2Fe²O³.3H²O, 24 p. 100. Cet échantillon est donc moins hydraté que ceux que j'ai étudiés moi-même.

M. Arsandaux a pu montrer en outre que, dans les latérites qu'il a analysées, l'alumine colloïdale existe aussi bien dans les pisolites que dans la matière enrobant ceux-ci, fait mis en évidence par les roches de Siguiri, grâce à leurs différences de couleur.

§ II. — Altérations des granites et des gneiss.

Je n'ai que des documents incomplets sur la décomposition des granites de la Guinée; j'avais recueilli dans le Fouta-Djallon une série

d'échantillons, qui semblaient intéressants à ce point de vue, mais un malencontreux accident arrivé à la fin de mon voyage ne m'a pas permis d'emballer moi-même les roches recueillies pendant mes dernières excursions ; ces échantillons ont été mélangés et ainsi rendus inutilisables.

Je ne puis étudier qu'une roche intéressante, dans laquelle une petite carrière a été ouverte non loin du Niandan, le long du chemin de fer. Il s'agit d'un type pétrographique assez exceptionnel, que je me réserve d'étudier ultérieurement. Cette roche (1) est essentiellement constituée par des cristaux d'andésine de grosseur uniforme (un peu moins de 1 centimètre) pressés les uns contre les autres et réunis seulement par un peu de quartz, de microcline et d'amphibole.

Sur environ 1 mètre, à partir de la surface, la roche est devenue jaune ; elle possède un aspect pourri ; elle est traversée par des tubulures de limonite, se raccordant avec la cuirasse ferrugineuse superficielle, qui est celle dont je m'occupe dans le chapitre suivant.

L'examen microscopique montre que ce granite jauni est plus désagrégé qu'altéré ; au voisinage de la surface, ses feldspaths sont en voie d'altération en produits colloïdaux, qui se forment dans de très nombreuses fissures que remplit aussi en partie de la stilpnosidélite : celle-ci devient de plus en plus abondante près des tubulures ; puis elle forme un réseau continu au milieu duquel se rencontrent des îlots de feldspaths non décomposés et des grains de quartz.

Dans ce cas, la décomposition de la roche éruptive fournit donc uniquement des produits colloïdaux, probablement du silicate d'alumine avec de l'hydrate d'alumine, comme dans des cas que j'ai observés à Madagascar.

Je n'ai pas cru devoir pousser plus loin cette étude, car la roche est extrêmement riche en pyrite, qui, dans la zone d'altération, est entièrement oxydée ; cette particularité complique la question, les produits de la décomposition du sulfure ayant évidemment joué un rôle dans la transformation des feldspaths.

Les sondages effectués dans la plaine de l'Est de Conakry ont fait trouver, sous la cuirasse ferrugineuse décrite dans le chapitre III, des

(1) On observe au milieu de cette roche des filons minces d'aplite rosée.

argiles versicolores très plastiques qui sont le résultat de la transformation de granite ou de gneiss. Au moment de la mise en page de cette feuille, j'ai examiné des échantillons recueillis à 5 kilomètres de la mer. Ils sont formés par de très petites paillettes de kaolinite et de gros grains de quartz ancien.

Bien que je ne les ai pas recueillis moi-même, je décrirai ici des échantillons provenant de l'autre extrémité de l'Afrique française, de l'Ouadaï. Je les ai trouvés dans une collection de roches recueillies par M. le Dr Jamot, à 2 kilomètres au Sud d'Assongari, au sud-ouest d'Abéché, dans la direction d'Ati. Il s'agit d'un granite à gros grain, dont tous les feldspaths sont transformés en un mélange de silicate d'alumine colloïdal et de kaolinite en lames hexagonales groupées en accordéon.

Sur ce granite, M. Jamot a recueilli une latérite pisolitique qui présente deux types ; dans le premier, les pisolites sont compacts, rouges et sont englobés dans une masse de même couleur ; dans le second, ils sont de couleur rouge ou crème avec zones d'accroissement rouge ; ils sont disséminés dans une pâte de couleur claire (fig. 2, pl. XIII). Ils peuvent atteindre près de 1 centimètre de diamètre et sont souvent en partie creux ; leur cavité centrale renferme alors une matière friable de même nature.

L'examen microscopique montre qu'ils sont formés par la concrétion d'un produit colloïdal, grisâtre, en lames minces, alternant parfois avec des zones colorées par un pigment ferrugineux. Le ciment, aussi bien que les pisolites, renferme un très grand nombre de boutonnières, remplies par quelques gros cristaux maclés d'hydrargillite, dont la transparence contraste avec l'aspect trouble des produits colloïdaux primaires.

Cette latérite est, au point de vue de la composition chimique et de la structure, tout à fait comparable à celle de Siguiri, mais elle s'est formée aux dépens du granite ; comme on n'y trouve pas de débris de quartz (il existe quelques grains de zircon et de rutile), il faut admettre que la transformation ne s'est pas faite sans remaniement. Il est probable que le granite une fois altéré a été délavé et que c'est aux dépens

de kaolin concentré dans des dépressions (1) que s'est produite cette latérite. Il s'agit là dans tous les cas d'un phénomène ancien, le climat actuel de l'Ouadaï, climat déserti que par excellence, ne se prêtant plus à la production de latérite.

En résumé, les divers cas qui viennent d'être passés en revue sont à paralléliser avec la décomposition des schistes; les feldspaths ont donné d'abord des silicates d'alumine, qui se sont ensuite transformés en hydrates dans la zone superficielle. Pas plus en Guinée qu'à Madagascar, je n'ai observé un mode de décomposition du granite strictement comparable dans tous ses détails à celui qui a été décrit par M. Arsan-daux dans des roches du Sénégal et du Gabon et dans lequel la décomposition argileuse a été précédée d'un stade d'altération micacé.

§ III. — Altérations d'argiles sédimentaires.

Dans les paragraphes précédents, on vient de voir comment des latérites bauxitiques à structure pisolitique prennent naissance aux dépens de silicates d'alumine provenant eux-mêmes de la décomposition de roches diverses sous-jacentes.

Je n'ai pas observé en Guinée de semblables transformations effectuées aux dépens d'argiles sédimentaires, mais, dans les collections rapportées en 1904 par le commandant Moll de sa mission de délimitation de la frontière franco-anglaise du Sokoto, j'ai trouvé des échantillons de latérite bauxitique recueillis entre Somba et Bouza, dans l'Adar Douchi (nord-nord-est de Sokoto). Cette région est constituée par des marnes créta-cées; M. Garde, qui a étudié depuis lors celles-ci (2), les considère comme d'âge maestrichtien. Ces échantillons ont été recueillis à la surface du sol, et je n'ai pas de renseignements précis sur leur mode de gisement. Ils sont constitués, les uns uniquement par des pisolites ou bien par des

(1) Le Dr Jamot a noté sur son carnet de route que cette roche pisolitique « pénètre le granite ».

(2) *Description géologique des régions situées entre le Niger et le Tchad et à l'est et au nord-est du Tchad*, Clermont-Ferrand, 1910, 92.

oolites alumineux ferrifères ou non, contenant plus ou moins de silicate d'alumine, sans aucun ciment; les autres par des globules du même genre associés à des parties compactes.

Un type analogue, mais avec des pisolites de 2 à 3 millimètres de diamètre, souvent creux et fissurés, m'a été donné par M. Henry Hubert, qui l'a recueilli à Gaya, sur la rive gauche du Niger, à l'embouchure du Dallol (vallée sèche) Fogha, près du point où la frontière du Dahomey coupe le Niger. Cet échantillon est constitué, lui aussi, par une latérite bauxitique. Comme pour les latérites du Ouadaï, il s'agit là d'une formation ancienne, sans rapport avec le climat actuel du pays.

La production de latérite bauxitique aux dépens d'argiles sédimentaires s'explique comme dans le cas des roches de Fatoya et de Siguiri; l'hydrate d'alumine y résulte de la transformation d'un silicate alumineux colloïdal; elle est importante à signaler, car elle peut être utilisée dans la discussion de la genèse des bauxites françaises, qui, aussi bien au point de vue chimique que minéralogique, sont identiques aux roches qui nous occupent.

On sait en effet que, à la suite des premiers travaux chimiques établissant la prédominance de l'hydrate d'alumine dans la constitution de certaines latérites, plusieurs auteurs ont proposé une explication compliquée pour la genèse des bauxites de composition analogue. Cette explication consiste à voir dans ces roches des portions légères de latérites formées aux dépens de roches éruptives (granites), puis transportées au loin et accumulées par sédimentation aux points où on les rencontre aujourd'hui. M. Arsandaux a émis récemment (1) l'hypothèse beaucoup plus simple, étant données leurs conditions de gisement, que les bauxites du Midi de la France ne sont probablement que des latérites d'argiles, pouvant avoir une origine quelconque, — et leur situation géologique nécessite une origine sédimentaire. L'observation que je viens de relater apporte un exemple très net d'un semblable mode de formation.

(1) *Bull. de la Soc. franç. de minér.*, t. XXXVI, p. 110, 1913.

CHAPITRE III
LATÉRITES D'ALLUVIONS
(Latéritoïdes)

La cuirasse ferrugineuse du fond des vallées et des plaines basses.

Le typelatéritique, qui est peut-être le plus développé en Guinée, est la cuirasse ferrugineuse continue, recouvrant le bas pays depuis le bord de la mer à Conakry jusqu'aux premiers contreforts du Fouta-Djallon, celle qui garnit le fond de beaucoup de vallées dans ce massif montagneux, qui se retrouve dans la plaine s'étendant entre celui-ci et le Niger, dans celle irriguée par ce fleuve et par ses affluents entre Kouroussa et Siguiri ; je ne l'ai pas suivie plus à l'est, où elle se prolonge certainement. C'est elle aussi qui se retrouve dans le Bouré, au pied des falaises de Bougourou et de Didi. La figure 5 de la planche X représente un *bowal* formé par cette latérite ; on y distingue des termitières en forme de champignon.

Les caractères de la roche constituant cette cuirasse sont les suivants. Elle est d'un brun rouge plus foncé une fois desséchée qu'au moment de son extraction ; elle est fistuleuse, creusée de cavités sinueuses, que revêt une croûte de limonite concrétionnée (fig. 5, pl. XIII). Ces portions concrétionnées limitent des aires moins sombres, souvent moins cohérentes, parcourues par des tubes de couleur claire, d'un blanc jaunâtre, représentant des trajets de racines, dans lesquels l'action de la végétation a fait disparaître la plus grande partie du fer.

Ces caractères sont à peu près ceux de la cuirasse de certains des gisements étudiés précédemment, mais, détail tout à fait typique, on distingue en outre, à l'œil nu, des grains et souvent des fragments de quartz

ayant parfois de grandes dimensions. Plus rarement, il existe aussi des débris de roches inattaquées (par exemple du quartz associé à de la muscovite, près du kilomètre 8 sur le chemin de fer de Conakry au Niger). Cette roche se taille facilement en moellons durissant à l'air : elle est utilisée pour les constructions, pour le ballast du chemin de fer, etc...

Cette cuirasse est certainement de formation récente, et, comme elle ne se voit que sur des surfaces planes, nulle part il n'est possible d'étudier nettement son substratum ; des sondages ont montré qu'en général son épaisseur ne dépasse pas 1 à 2 mètres. Déjà, dans les petites carrières ouvertes le long du chemin de fer, on constate qu'au-dessous d'elle la roche perd de sa cohérence. D'après des renseignements que j'ai recueillis auprès de la Direction du Chemin de fer et du service des Travaux publics, les sondages ont mis en évidence, au-dessous de cette roche dure, des argiles ou des alluvions non consolidées ; c'est ce que j'ai personnellement vu dans les déblais du puits du village de Siguiri.

L'examen microscopique de la roche constituant cette cuirasse fait voir que les grains de quartz y sont élastiques, d'ordinaire anguleux et souvent bien calibrés dans un échantillon donné. Suivant les régions, il est facile de reconnaître leur origine, grès au voisinage des falaises gréseuses du Fouta-Djallon, gneiss ou granite dans la plaine à l'est de Conakry et dans le Fouta-Djallon, puis dans la plaine du Niger. Dans le Bouré, on reconnaît des fragments de quartz provenant des schistes sous-jacents. D'autres minéraux intacts, zircon, tourmaline et plus rarement feldspaths (généralement imprégnés de produits ferrugineux) se rencontrent associés au quartz à l'état élastique.

Dans bien des régions, on peut se demander parfois si cette latérite ne s'est pas produite directement aux dépens du granite connu en place dans le voisinage, mais dans d'autres, notamment entre le Niandan et le Niger, l'existence de petits fragments de roches différentes (roches microlitiques à feldspaths transformés en hydrargillite), qui ne sont connues en place qu'à une assez grande distance, ne laissent pas de doute sur l'origine détritique de la roche originelle, dont je vais montrer d'ailleurs plus loin l'analogie avec les alluvions actuelles du Niger.

Ces minéraux élastiques sont noyés dans des produits concrétionnés,

jaunes ou bruns en lames minces ; tantôt ces derniers sont distribués sans ordre et sont dépourvus de structure définissable, tantôt ils forment des sortes de rubans, qui rappellent ceux de l'antigorite dans les serpentines de péridot, et ces rubans sont régulièrement disposés autour des grains de quartz.

Des minéraux exclusivement ferrugineux (stilpnosidérite plus souvent que limonite) s'observent à l'état de pureté dans des tubes fistuleux déjà visibles à l'œil nu et résultant de dépôts successifs parallèles à la surface extérieure. En dehors de ces tubes, la concrétion ferrugineuse s'est aussi effectuée çà et là, autour des fragments élastiques ou même tout à fait à la surface de la cuirasse autour de petits débris de celle-ci (fig. 4, pl. XVII). Il en résulte des pisolites, mais ceux-ci ne sont réguliers et parfaitement sphériques que lorsque le fragment enrobé est très petit. Quand la concrétion s'est formée au milieu même d'une alluvion ne renfermant que de petits grains de quartz, les couches concentriques ont souvent repoussé ceux-ci à l'extérieur, de telle sorte qu'ils sont beaucoup moins abondants dans les pisolites que dans le pseudo-ciment, qui les réunit ; je dis pseudo-ciment, car, en réalité, la partie moins concrétionnée de la roche n'est pas de formation postérieure aux pisolites distribués au milieu d'elle. Il n'est pas rare de trouver des pisolites à structure compliquée (fig. 6, pl. XVII) ; il existe par exemple au centre un gros fragment de quartz, puis une série de zones concentriques qui renferment quelques petits grains de sable et enfin extérieurement de la limonite concrétionnée tout à fait pure.

L'étude des lames minces montre que la matière possédant cette structure concrétionnée ou membraneuse est hétérogène. Elle présente de grandes différences de coloration ; il faut les attribuer à ce que l'on se trouve en présence non d'une substance homogène, mais de produits complexes, silicates alumineux colorés par de l'hydroxyde de fer, cristallin ou amorphe, hydrate pouvant aussi s'isoler dans le voisinage à l'état pur. Il est facile de mettre en évidence le silicate, en traitant les lames minces par l'acide chlorhydrique chaud. On voit la limonite disparaître en laissant un trou là où elle était pure, alors qu'une trame incolore subsiste dans les points où l'hydroxyde de fer colorait seulement le silicate d'alumine.

Ce dernier est lui-même en partie attaqué, et il est facile de mettre ce fait en évidence à l'aide d'une couleur d'aniline.

L'analyse suivante prouve l'exactitude de cette interprétation; elle a été ramenée à 100 après déduction de 24,51 p. 100 de quartz clastique :

SiO ²	16,85
Al ² O ³	22,99
Fe ² O ³	42,85
TiO ²	0,46
CaO.....	0,07
H ² O.....	16,78
	100,00

Ces résultats peuvent être interprétés de la façon suivante : éléments latéritiques, 63 p. 100 (Al²O³.3H²O, 13 p. 100 ; 2 Fe²O³.3H²O, 50 p. 100) ; 2SiO².Al²O³.2H²O, 35 p. 100.

Les alluvions récentes du Niandan. — Quant à l'opinion que j'ai formulée plus haut sur l'origine de cette roche, je puis l'appuyer sur l'étude des alluvions actuelles des rivières de la région.

En descendant en chaland le Niger, puis le Tinkisso, j'ai mis pied à terre à de nombreuses reprises pour examiner les berges, qui ont souvent (Tinkisso) plusieurs mètres de hauteur au-dessus du fleuve. A la surface des alluvions, j'ai pu constater l'existence de portions dures et généralement ferrugineuses. Sur les bords du Niandan en particulier, on travaillait, au moment de mon passage, aux fondations du pont, qui permettra au chemin de fer de franchir la rivière. Sur le talus de la rive droite de celle-ci, une tranchée est creusée uniquement dans des alluvions récentes, incohérentes, à quelques décimètres de la surface, mais plus ou moins consolidées à l'air libre.

L'examen microscopique de l'alluvion incohérente fait voir que celle-ci est essentiellement constituée par de petits fragments anguleux de quartz et de feldspaths (orthose, microcline, plagioclases) extraordinairement frais, auxquels est associée une matière argileuse colloïdale.

Dans les parties cohérentes, cette matière argileuse prend une structure membraneuse, en même temps qu'elle devient faiblement biréfringente ; chaque grain de quartz est enrobé par un ruban (fig. 5, pl. XVII) comparable à celui dont il a été question au sujet des roches précédentes, mais

il est incolore. Bientôt ce ruban se teinte en jaune, et l'on arrive de proche en proche à des portions riches en fer, semblables à celles décrites plus haut : en même temps la cohérence de la roche augmente. Enfin, dans certains cas, on rencontre des concrétions ferrugineuses plus ou moins pisolitiques.

Des sondages effectués dans le lit même de la rivière pour la fondation du pont ont fait recueillir des poudingues à cailloux de quartz et à ciment de limonite extrêmement durs et tenaces.

Il semble donc, — et cela a, je pense, une importance théorique, — que la consolidation de ces alluvions est due à la concrétion du fer venant en solution à la surface par capillarité et s'oxydant au contact de l'air. Le talus, plus ou moins incliné, constituant les berges de la rivière est le siège de réactions semblables à celles qui édifient la cuirasse continue sur les surfaces horizontales. On voit, en outre, que cette ferruginisation est précédée par un commencement de concrétion des éléments colloïdaux argileux de l'alluvion, et ceux-ci constituent en quelque sorte le support sur lequel se fixe ensuite l'hydroxyde de fer.

Il me paraît très important de faire remarquer que la structure de ces pisolites et de ces concrétions est exactement celle des pisolites du sidérolitique français (et aussi des oolites du lias de la Lorraine). J'ai montré depuis longtemps (1) que, lorsqu'on traite ces produits par l'acide chlorhydrique, on met en évidence un squelette colloïdal formé par de la silice quelquefois accompagnée par beaucoup d'alumine (2); au point de vue structurel, on peut le comparer à la conchyoline, qui reste après le traitement d'une perle fine par l'acide chlorhydrique. C'est une trame, dont le poids est parfois très faible, par rapport aux produits qui l'incrument, mais elle n'est sans doute pas sans influence sur la façon dont ces derniers se déposent.

On remarquera que, dans l'analyse de la latérite de la plaine située entre le Niger et le Niandan, la proportion d'hydrate d'alumine est faible par rapport à celle du silicate; mais, si l'on tient compte des observations

(1) *Minéralogie de la France et de ses colonies*, III, 381 et 391, 1901.

(2) On trouvera page 343 deux analyses de ces fers pisolitiques français riches en alumine; plus souvent la trame des pisolites est formée par un hydrogel siliceux.

faits plus haut au sujet de la cuirasse développée sur des roches dans lesquelles l'évolution latéritique est très avancée, et si l'on tient compte, en outre, de l'âge très récent de la formation que je discute ici, il n'est pas téméraire de penser que, sur les bowals qu'elle constitue, la décomposition du silicate d'alumine se poursuit et que l'état final réalisé dans les formations plus anciennes est la limite vers laquelle tendent les *latérites d'alluvions* : lorsque cette limite est atteinte, il ne doit plus être possible de les distinguer de la cuirasse des *latérites alluvionnaires* quartzifères décrites page 300.

Au point de vue chimique, les alluvions consolidées du Tinkisso occupent une position intermédiaire. L'analyse suivante de la portion soluble (abstraction faite de 67,39 p. 100 de quartz) a été faite par M. Boiteau :

SiO ²	9,91
Al ² O ³	22,41
Fe ² O ³	52,53
MgO.....	0,43
CaO.....	tr.
TiO ²	1,44
H ² O.....	13,26
	<hr/>
	99,98

Cette composition correspond à 79 p. 100 d'éléments latéritiques (61 p. 100 de limonite, 18 p. 100 de Al²O³.H²O) et 21 p. 100 d'un silicate moins hydraté que d'ordinaire (2 SiO².Al²O³.H²O) ; on voit que l'alumine se trouve à l'état de mono-hydrate.

Peut-être serait-il bon de distinguer par un nom spécial ces latérites d'alluvions de celles formées aux dépens de roches en place, et, dans ce cas, on pourrait les appeler *latéritoïdes*, en donnant de l'extension au terme proposé par M. Fermor pour désigner des roches latéritiques de l'Inde, résultant de l'envahissement de grès, de schistes, par des oxydes de fer et de manganèse et constituant souvent des minerais de ces métaux.

Il est vraisemblable qu'il faut donner une interprétation semblable aux roches ferrugineuses observées à la surface des grès horizontaux de diverses parties de l'Afrique. Dans sa description de la région comprise entre le Niger et d'Adar-Doutchi, M. Garde parle à de nombreuses

reprises de grès ferrugineux du crétacé supérieur constituant le sommet de plateaux respectés par l'érosion ; j'ai trouvé dans la collection Moll, à laquelle j'ai fait allusion plus haut, des roches pisolitiques, essentiellement constituées par de la limonite et du quartz ; elles ont été recueillies entre Somba et Bouza et semblent provenir de gisements analogues.

Je rattacherai volontiers aussi à la même formation le conglomérat ferrugineux signalé par Courtet (1) dans la région du Chari à la surface de grès d'âge indéterminé.

(1) In CHEVALIER, *L'Afrique centrale française*, Paris, Challamel, 1908, 625.

CHAPITRE IV

LES MINÉRAUX DES LATÉRITES

Une particularité remarquable de la décomposition des roches silicatées alumineuses, qui fait l'objet de ce mémoire, réside dans ce fait que tous les minéraux qui y prennent naissance se trouvent à l'état hydraté, soit dans une phase colloïdale (hydrogel), soit dans une phase cristalline, et plus souvent sous les deux états. Dans certains cas, il est possible de démontrer que la cristallisation s'est faite aux dépens des hydrogels; j'ai exposé les raisons pour lesquelles il me semble qu'il n'en est pas toujours ainsi pour l'hydrate d'alumine.

§ I. — Hydrates d'alumine.

a. — *Hydrargillite.*

Deux hydrates d'alumine sont connus dans la nature : l'hydrargillite (1) ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$) et le diaspore (2) ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Le diaspore a été souvent signalé, soit dans la bauxite, soit dans la latérite ; je ne l'ai pour ma part rencontré ni dans l'une, ni dans l'autre, pas plus d'ailleurs dans d'autres pays tropicaux qu'en Guinée. Les propriétés optiques et notamment la biréfringence de ce minéral sont si caractéristiques que sa présence ne saurait être méconnue, s'il existait réellement. L'hydrargillite est le seul hydrate d'alumine cristallisé présent dans les latérites que j'ai étudiées.

L'hydrargillite est monoclinique ; en Guinée, elle ne se rencontre que

(1) $\text{Al}_2\text{O}_3 = 65,4$; $\text{H}_2\text{O} = 34,6$.

(2) $\text{Al}_2\text{O}_3 = 85,0$; $\text{H}_2\text{O} = 15,0$.

rarement avec des formes déterminables ; ce sont des lamelles hexagonales, possédant un clivage micacé suivant $p(001)$.

Le plan des axes optiques est perpendiculaire à $g^1(010)$; la bissectrice aiguë est positive ; elle fait dans g^1 un angle d'environ 69° avec la trace du clivage p , dans l'angle obtus de $pg^1(001)(100)$ (Brögger).

L'angle des axes optiques n'a pu être mesuré avec précision, à cause de la petitesse des lames, mais il paraît voisin de 0° .

Les pegmatites des syénites néphéliniques de Norvège ont fourni des cristaux maniables de ce minéral. M. Brögger a mesuré l'indice de réfraction, $n_g = 1,5577$ et calculé $n_m = n_p = 1,5348$, d'où l'on déduit pour la valeur de la biréfringence ($n_g - n_p$), $0,0229$. Les très nombreuses préparations microscopiques que j'ai étudiées indiquent une valeur beaucoup moindre ; toutes les fois, en effet, que l'on rencontre dans une latérite l'hydrargillite associée au quartz, on constate que la biréfringence maximum des deux minéraux est extrêmement voisine dans l'un et dans l'autre ; aussi me semble-t-il probable que la biréfringence de l'hydrargillite est intermédiaire entre $0,010$ et $0,011$: la mesure de n_g par la méthode de l'immersion donne une valeur voisine de $1,56$.

J'ai constaté dans les latérites qui font l'objet de ce mémoire de nombreuses modalités de structure de l'hydrargillite : agrégats de petites lamelles enchevêtrées sans ordre (fig. 1 et 2, pl. XIV ; fig. 4, pl. XV), structures microgranulitique (fig. 3, pl. XIV ; fig. 6, pl. XV), pœcilitique ou enfin sphérolitique (fig. 1, pl. XVI).

Assez fréquemment, le minéral forme des lames homogènes non maclées ; c'est particulièrement le cas réalisé dans les structures microgranulitique et pœcilitique. Plus souvent, il existe des macles, toujours polysynthétiques, se faisant suivant les lois déjà connues dans ce minéral.

La plus fréquente est celle suivant $p(001)$, avec axe de rotation perpendiculaire (fig. 2 et 5, pl. XVI) ; dans la zone de symétrie, cette macle n'est naturellement pas visible, et les extinctions se font suivant la trace du clivage, puisque le minéral est monoclinique ; dans la zone $pg^1(001)(010)$, les extinctions atteignent un maximum de 16° . Il est facile de trouver des sections à extinction symétrique grâce au fait que, dans

les croûtes cristallines tapissant les cavités, les lames d'hydrargillite sont implantées normalement à la paroi (fig. 5, pl. XVI); une section perpendiculaire à celle-ci fournit donc un grand nombre de coupes de cristaux normaux à p .

A cette macle en sont parfois associées d'autres, qui se rapportent à l'une des lois mises en évidence par M. Brögger : 1^o macle suivant un plan perpendiculaire à p , faisant un angle voisin de 120° avec l'arête ph^1 et presque nul avec l'arête pm (001) (110); 2^o macle suivant h^1 (100); 3^o macle suivant m (110); ces deux dernières macles sont réalisées dans le cristal représenté par la figure 3 de la planche XVI. Dans la face p , les macles présentent une disposition rappelant celles de la tridymite.

Lorsque la macle suivant h^1 est associée à l'état polysynthétique à celle suivant p , les sections microscopiques des cristaux résultants ressemblent à des feldspaths maclés suivant les lois de l'albite et de la péricline.

Les cristaux d'hydrargillite formés dans des cavités sont particulièrement limpides, mais, dans un échantillon de latérite de la Dent de Seré, j'ai observé des inclusions cristallines plus réfringentes orientées parallèlement aux bandes de la macle p ; je n'ai pu déterminer la nature de la substance qui les constitue.

b. — Hydrates colloïdaux (alunogels).

L'histoire des hydrates colloïdaux des latérites ne peut être séparée de celle de la bauxite, puisque celle-ci n'est qu'une latérite d'âge ancien, se trouvant dans des régions dont le climat n'est plus tropical.

J'ai fait voir (1) en 1901 que les nombreuses bauxites françaises, que j'ai étudiées, sont sans exception formées par des produits colloïdaux, existant soit seuls, soit associés à des argiles également colloïdales; j'ai fait remarquer en outre que, contrairement à l'opinion admise alors, les bauxites ne constituent pas un minéral défini et que, lorsqu'on calcule la composition des bauxites françaises les moins impures, on leur trouve, non pas la formule $Al^2O^3.2H^2O$, que l'on croyait alors spécifique, mais une composition se rapprochant plus de $Al^2O^3.H^2O$ que de toute autre;

(1) *Minéralogie de la France et de ses colonies*, III, 342, 1901.

la composition de la bauxite d'autres régions se rapproche d'ailleurs de celle de l'hydrate à 3 molécules d'eau. J'ai donc conclu que la bauxite doit être considérée comme une *roche*, constituée, suivant les cas, par divers hydrates d'alumine colloïdaux mélangés à des hydrates de fer, à des argiles, etc.

Les travaux publiés depuis lors sont venus confirmer cette conclusion.

M. F. Cornu, passant en revue les colloïdes minéraux (1), a proposé d'appeler α -*kliachite* l'hydrate d'alumine colloïdal à 1 molécule d'eau, et β -*kliachite* l'hydrate à $3H_2O$, donnant ainsi une signification nouvelle à ce nom créé par Breithaupt pour désigner la bauxite ferrugineuse de Cliache en Dalmatie.

Depuis lors, de nombreuses discussions ont eu lieu sur cette question de nomenclature. En particulier, M. Kispatic a proposé (2) pour ces mêmes produits le nom de *sporogélite*, alors que M. Doelter veut réserver (3) celui de *bauxite* aux hydrates purs et appeler bauxitites les roches qui les renferment. Il est mauvais de changer la signification d'un nom, surtout lorsqu'il est d'un emploi aussi courant que celui de bauxite. En ce qui me concerne, après avoir démontré que la bauxite est une roche et non un minéral, il ne m'est pas possible, sans introduire encore plus de confusion dans cette question, d'accepter cette signification nouvelle. D'autre part, le nom de sporogélite a l'inconvénient de faire croire à une analogie de composition avec le diaspore, qui n'existe pas toujours (M. Kispatic considère ce minéral comme un gel du diaspore).

Aussi me semble-t-il préférable d'employer le terme d'*alumogel* récemment proposé par M. Pauls (4) et qui ne préjuge pas de l'état d'hydratation de la substance.

On pouvait d'ailleurs se demander s'il existe véritablement des hydrogels alumineux possédant un degré d'hydratation déterminé. Les nombreuses analyses que j'ai discutées autrefois et celles que M. Arsandaux a faites

(1) *Zeitschr. Chem. industr. Kolloide*, IV, 90, 1909.

(2) *Neues Jahrb. f. Miner., Beil.*, Bd. XXXIV, 513, 1912. Voir aussi TUCAN, *Centralblatt für Miner.* 1912 et 1913.

(3) DOELTER et DITTLER, *Centralblatt für Miner.*, 1912, 19 et 104, et 1913, 193.

(4) *Zeitschr. für prakt. Geologie*, XXI, 545, 1913.

sur les bauxites françaises (1), établissent l'existence d'un hydrate à 1 molécule d'eau, et, d'autre part, on a vu comment le calcul paraît montrer (2) que ce même hydrate existe dans certaines des latérites bauxitiques et ferrugineuses de la Guinée.

Plusieurs des analyses données dans ce mémoire conduisent aussi à admettre l'existence de l'hydrate à 3 molécules d'eau ; certaines bauxites, celles de l'Arkansas, par exemple, ne peuvent guère s'interpréter autrement.

Les alumogels sont incolores et plus réfringents que le baume du Canada.

§ II. — Hydrates de fer.

a. — Limonite.

On connaît, dans la nature, deux hydroxydes de fer cristallisés, la goëthite (3) ($\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot \text{H}^2\text{O}$) et la limonite (4) ($2\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot 3\text{H}^2\text{O}$). Bien que la goëthite ait été signalée dans diverses latérites de Guinée, je ne l'y ai jamais rencontrée moi-même. Partout où j'ai observé un produit ferrugineux cristallisé, celui-ci est constitué par de la limonite présentant les propriétés suivantes :

Le minéral ne présente pas de formes géométriques, mais il est fibreux ou fibro-lamelleux, grâce à un allongement suivant une direction, que l'on peut prendre arbitrairement pour l'axe vertical ; il existe un clivage facile suivant une direction faisant partie de la zone d'allongement et que je désignerai par $h^1(100)$.

Le plan des axes optiques est parallèle à ce clivage ; la bissectrice aiguë est négative et perpendiculaire à $g^1(010)$. Ces propriétés diffèrent de celles de la goëthite en ce que dans celle-ci la bissectrice est perpendiculaire au clivage facile ; de plus, l'écartement des axes est faible, et il existe une énorme dispersion $\varepsilon < v$, alors que dans la limonite l'écarte-

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVIII. 936 et 1115. 1909, et *Bull. Soc. minér.*, *op. cit.*, 1913.

(2) Ce calcul n'est bien établi que lorsqu'il n'existe que de petites quantités de silicate d'alumine, le degré d'hydratation de celui-ci étant une autre inconnue du problème.

(3) $\text{Fe}^2\text{O}^3 = 83,5$; $\text{H}^2\text{O} = 14,5$; $\text{Fe} = 59,8$.

(4) $\text{Fe}^2\text{O}^3 = 89,9$; $\text{H}^2\text{O} = 10,1$; $\text{Fe} = 62,9$.

ment des axes est très grand et la dispersion moindre. La biréfringence est élevée [$n_g - n_p$ 0,048 (Pelikan)]. Le pléochroïsme est net avec $n_m > n_g > n_p$; n_g = jaune orangé, n_m = jaune brun; n_p = jaune clair.

Indépendamment de la limonite, qui entre d'une façon intime dans la constitution de la cuirasse, il existe aussi dans les fentes, dans les cavités de celle-ci des revêtements de limonite, fournissant de très beaux échantillons de collection. Ce sont des géodes ou des tubes cylindriques, dont les parois ont une surface mamelonnée ou botroïde, montrant dans la cassure des fibres de quelques centimètres (fig. 1, pl. XIV).

Je citerai comme particulièrement intéressante à ce point de vue la cuirasse des péridotites et des diabases du kilomètre 10 et des autres régions prospectées pour le fer; la couleur du minéral est brune et l'éclat souvent un peu terne. Au nord de l'île Roume, j'ai recueilli, dans une fente de la latérite gibbsitique, de très beaux échantillons botroïdaux à surface noire brillante et à cassure fibreuse d'un brun rouge avec un aspect très éclatant, qui, au premier abord, m'avait fait penser à la lépidocrocite, mais les propriétés optiques et la composition chimique ($H^2O = 14,5$) sont celles de la limonite normale.

b. — *Hydrate colloïdal (stilpnosidélite).*

J'ai proposé autrefois (1) de reprendre l'usage de ce vieux non d'Ullmann et de le réserver au produit colloïdal ayant la composition de la limonite. Il est possible de recueillir ce minéral à l'état de grande pureté et en beaux échantillons dans les tubes ferrugineux de la latérite des kilomètres 10 et 302, puis dans les environs de Kouroussa et au kilomètre 591, entre le Niger et le Niandan, dans la cuirasse ferrugineuse des alluvions.

C'est une substance d'un noir de poix ou d'un brun noir, possédant une cassure conchoïdale vitreuse très éclatante. En lames minces, elle est brune ou d'un jaune d'or foncé, et ses concrétions sont formées de couches concentriques. Des essais nombreux de la teneur en eau m'ont fourni des nombres très concordants, oscillant entre 14 et 15 p. 100, la teneur théorique de la limonite étant 14,5.

(1) *Minéralogie de la France et de ses colonies*, III, 307, 1901.

Cet hydrate n'est pas toujours aussi pur ; il se mélange souvent, notamment dans les pisolites, avec les hydrates colloïdaux d'alumine, et alors la cassure du mélange est terne, et sa couleur tire sur le rougeâtre. Lorsqu'on calcine de semblables pisolites plus ou moins alumineux, ils fournissent parfois la teneur normale en eau (Fatoya, et échantillons pisolitiques étudiés par M. Arsandaux), ce qui démontre que l'hydrate d'alumine est bien un hydrate à 1 molécule d'eau (H^2O , 15 p. 100), tandis que, dans d'autres échantillons, la proportion de l'eau est plus élevée, ce qui peut être considéré comme une démonstration de l'existence de l'hydrate d'alumine à 3 molécules d'eau, qui renferme 33 p. 100 de H^2O . Enfin la stilpnosidélite imprègne l'argile cristalline de certaines latérites, et je vais y revenir plus loin.

c. — Déshydratation des hydroxydes de fer.

Il est fréquent de constater qu'au voisinage de la surface et surtout tout à fait à la surface, la cuirasse ferrugineuse devient rouge et, suivant les cas, de rouges extrêmement variés comme intensité. Il s'agit là, sans aucun doute possible, d'un phénomène de dissociation de l'hydrate jaune sous l'influence des rayons solaires.

Cette transformation, connue depuis longtemps, a été considérée comme donnant naissance à un hydrate spécial, qui a été désigné sous le nom d'*hydrohématite* ou de *turgite*, et auquel est attribuée la formule $Fe^2O^3 \cdot 2H^2O$. J'ai moi-même employé ce terme (1), mais sans lui prêter la signification d'un minéral à composition définie. Les dosages d'eau donnent en effet, notamment avec les échantillons de la Guinée, soit plus, soit moins que la composition théorique (5,4 p. 100). Dans beaucoup d'échantillons, j'ai vu coexister de la limonite bien caractérisée et de petites taches d'un brun rouge-sang, qui paraissent être de l'hématite. Je suis donc porté à considérer la turgite comme résultant de la déshydratation de la limonite et de la stilpnosidélite, mais comme étant constituée par un mélange du minéral initial avec de l'hématite.

(1) *Minéralogie de la France et de ses colonies*, III, 369, 1901.

§ III. — Silicates d'alumine.

a. — *Kaolinite.*

La kaolinite, répondant (1) à la composition $2 \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, résiste à l'action de l'acide chlorhydrique, mais est attaquée par l'acide sulfurique. Elle se présente sous la forme de lamelles monocliniques, pseudo-hexagonales. En Guinée, ses cristaux sont en général fort petits et, comme ils sont peu biréfringents, il est impossible de vérifier toutes leurs propriétés optiques; on peut constater seulement que les sections basiques sont monoréfringentes et que leurs coupes transversales s'éteignent souvent un peu obliquement par rapport au clivage. Elles ont le signe d'allongement positif qu'exige le signe optique négatif du minéral.

Cette kaolinite, lorsqu'elle ne résulte pas de l'épigénie de micas préexistants, comme dans la zone de départ de Fatoya, possède une structure très caractéristique. Ses lamelles sont empilées et forment des groupements vermiformes; il est fréquent de voir ceux-ci disloqués et offrir l'apparence d'un accordéon entr'ouvert obliquement. Cette disposition rappelle celle que prennent les lamelles de vermiculite après chauffage; aussi me semble-t-il assez probable qu'elle n'existe pas véritablement dans la substance et qu'elle est déterminée pendant la confection des préparations microscopiques, qui nécessite l'emploi de la chaleur.

Fréquemment, la kaolinite est associée à des hydrates ou à des silicates colloïdaux. Dans ce cas, l'emploi du procédé Becke permet aisément de mettre en évidence le produit cristallisé sans l'emploi de la lumière polarisée.

b. — *Silicates colloïdaux.*

Halloysite cristalline. — A côté de la kaolinite, il convient de ranger les silicates d'alumine ne se présentant pas en cristaux distincts, mais possédant cependant cette structure cristalline que j'ai fait connaître antérieurement dans nombre d'argiles (2).

(1) $\text{SiO}_2 = 46,5$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 39,5$; $\text{H}_2\text{O} = 14,0$.

(2) *Comptes rendus*, CXXI, 737, 1895.

La biréfringence est encore plus faible que dans la kaolinite ; le minéral se présente sous forme de rubans, (pl. VI, fig. 17), dans lesquels l'axe optique unique (ou une bissectrice à deux axes rapprochés) de signe toujours négatif est perpendiculaire à l'aplatissement.

Ce type se rencontre particulièrement à l'état de pureté dans celles des alluvions actuelles du Niger et du Tinkisso qui présentent un commencement de concrétion. Lorsque apparaît l'hydroxyde de fer, cette argile se colore en jaune et devient progressivement de plus en plus biréfringente. Il est probable que la fixation de ce fer consiste en un phénomène d'absorption, et peut-être l'augmentation de la biréfringence en est-elle une conséquence plutôt que due à la formation de limonite.

Argiles monoréfringentes. — Enfin il existe des argiles dépourvues de toute structure cristalline, sur lesquelles je n'ai aucun détail intéressant à fournir.

J'ai indiqué, au cours de ce mémoire, les raisons pour lesquelles j'ai supposé que toutes ces argiles possèdent une composition voisine de celle de l'halloysite, dont j'ai trouvé des types assez purs aux îles de Los. Je dois reconnaître toutefois que je n'ai pu faire à ce sujet de démonstration précise. Mais une hypothèse était nécessaire pour qu'il fût possible de se rendre compte, au moins approximativement, de la teneur en hydrate d'alumine, quand celui-ci n'est point cristallisé. Dans ses travaux sur les divers modes de décomposition des roches silicatées (1), Van Bemmelen s'est contenté de donner le rapport $\text{Al}^2\text{O}^3 : \text{SiO}^2$ du produit attaqué par les acides ; les roches à alumine libre sont caractérisées par ce que ce rapport est plus petit que 1:3.

Les résultats de l'attaque par l'acide chlorhydrique font voir que cet acide ne décompose jamais qu'une faible partie de ces argiles, ce qui élimine la possibilité de l'existence, au moins en quantité importante, d'argiles plus basiques que l'halloysite, telles que l'allopheane, qui fait aisément gelée avec cet acide. S'il se trouve parfois des types plus acides, comme la montmorillonite par exemple ($4\text{SiO}^2\text{Al}^2\text{O}^3 \cdot \text{H}^2\text{O} + x \text{H}^2\text{O}$), le calcul des hydrates d'alumine tel que je l'ai effectué en serait

Arch. néerl. sc. ex. nat., X, 209, 1905 et XV, 284, 1910).

nécessairement modifié, et la proportion des éléments latéritiques apparaîtrait alors plus considérable.

Il serait intéressant de pouvoir distinguer minéralogiquement les uns des autres les hydrates et les silicates d'alumine colloïdaux ; des tentatives nombreuses ont été faites depuis quelques années à l'aide de matières colorantes artificielles. MM. Dittler et Dœlter, en particulier, ont annoncé que la bauxite peut être colorée par une solution alcoolique d'une matière colorante acide (bleu de méthylène, fuchsine par exemple), alors que le kaolin et l'argile ne se colorent pas. Les essais effectués dans mon laboratoire sur diverses latérites par M. Gaubert, qui s'occupe depuis longtemps de la coloration artificielle des minéraux, ont donné des résultats tellement irréguliers que nous n'avons pas poursuivi cette étude.

§ IV. — Hydrates d'acide titanique (dœlterites).

L'acide titanique est mis en évidence par les analyses de toutes les latérites, quelle que soit leur origine, et l'on a vu plus haut une latérite de diabase en renfermer près de 10 p. 100 (TiO_2). Mais il n'existe jamais sous une forme cristalline néogène (1). Je pense que, par analogie avec le fer et l'alumine, il est logique de penser qu'il existe aussi à l'état d'hydrate et d'hydrate colloïdal lorsqu'il est libéré de ses combinaisons initiales, mais l'examen microscopique est impuissant à démontrer son existence.

Le traitement des latérites de Guinée par l'acide chlorhydrique dissout toujours une certaine quantité d'acide titanique. Lorsqu'il s'agit des diabases, comme l'ilménite et la titanomagnétite sont les minéraux les derniers décomposés au cours de la latéritisation, on peut penser que le titane se trouve encore en partie dans ces minéraux, mais il n'en est plus de même quand ceux-ci sont détruits, et *a fortiori* le même raisonnement peut être appliqué aux latérites bauxitiques des schistes, qui ne renferment originellement ni ilménite, ni titanomagnétite ; il faut donc admettre que le titane qui se trouve dans cette partie soluble des latérites y existe à

(1) Le sphène, dont l'existence a été parfois soupçonnée dans les latérites, n'existe dans aucune de celles que j'ai étudiées.

l'état d'acide orthotitanique ($\text{TiO}^2 \cdot 2\text{H}^2\text{O}$), dont on connaît la solubilité dans l'acide chlorhydrique.

Mais la plus grande partie de l'acide titanique des latérites est soluble seulement dans l'acide sulfurique, et M. Arsandaux, qui, dans son étude de la bauxite, n'a trouvé que cette forme, a émis l'hypothèse très vraisemblable qu'elle doit être constituée par l'acide métatitanique ($\text{TiO}^2 \cdot \text{H}^2\text{O}$).

Les hydrates titaniques n'ont été jusqu'à présent que vaguement signalés dans la nature. M. Gorceix a décrit des nodules (*favas*) contenus dans les sables diamantifères du Brésil, qui paraissent en être surtout formés. Certains gros cristaux de sphène, trouvés dans la terre rouge de Madagascar, sont en partie épigénisés par une substance blanche, contenant surtout de l'acide titanique et de l'eau, avec un peu de chaux et de silice.

Il me semble qu'il serait opportun de donner une dénomination à ces hydrates titaniques, comme cela a été fait pour ceux de fer et d'alumine, et je proposerai de les appeler *dœltérites*, en l'honneur de M. Dœlter, dont les travaux sur les colloïdes minéraux sont bien connus de tous.

§ V. — Hydrate de sesquioxyde de chrome.

On a vu page 296 que la cuirasse de la latérite des péridotites renferme de l'oxyde de chrome soluble dans l'acide chlorhydrique ; il existe en si faible quantité qu'il n'est pas possible de le distinguer sous une forme minéralogique. Il est très vraisemblable qu'il se trouve à l'état colloïdal ; je ne puis qu'indiquer la question.

§ VI. — Hydrate de manganèse.

Les latérites de certains pays et particulièrement celles de l'Inde sont parfois très riches en manganèse. En Guinée, au contraire, ce métal est très rare, au moins dans les régions que j'ai étudiées. Je n'ai véritablement trouvé de produits manganésifères qu'aux îles de Los, où la cuirasse conglomératique possède parfois une coloration noire ; elle se dissout alors dans l'acide chlorhydrique, en dégageant du chlore. Il s'agit là d'un mélange de stilpnosidérite et de *psilomélane*, sans structure cristalline apparente.

CHAPITRE V

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

§ I. — La latéritisation en Guinée.

Les phénomènes d'altération atmosphérique des roches silicatées alumineuses de la Guinée, *partout où il est possible d'en suivre tous les stades*, présentent une remarquable continuité. Ils conduisent à un *terme unique au point de vue chimique*, caractérisé par l'élimination des alcalis, de la chaux, de la magnésie et de la silice de la roche initiale, quelle qu'elle soit, et par la persistance d'hydrates d'alumine et de fer (peroxydé), accompagnés par une petite quantité d'acide titanique. Cette roche définitive est la *latérite*, mais elle est obtenue *suivant les cas* par des *voies différentes*, qui entraînent comme conséquence des *variations minéralogiques et structurelles* importantes du produit final.

J'ai été conduit à distinguer, à partir de la roche intacte, deux zones superposées, la *zone de départ*, puis la *zone de concrétion*, mais je tiens bien à spécifier qu'il y a continuité parfaite entre elles ; aussi leur séparation ne peut-elle être qu'arbitraire et faite seulement pour permettre un exposé plus clair de la question. J'ai placé la démarcation au point où la structure originelle de la roche, encore manifeste dans la zone de départ proprement dite, cesse d'être perceptible. Il serait plus exact de parler de zone de maximum de départ.

a. — Zone de départ.

Cette zone est essentiellement caractérisée par l'élimination de la plupart des éléments, dont la disparition caractérise le phénomène d'altération. Trois modes doivent être distingués avant toute chose.

Latérites gibbsitiques. — Altérations des gabbros, des diabases, des syénites néphéliniques. — Dans le premier mode, qui est celui qui prédomine de beaucoup dans l'altération des gabbros, des diabases, des syénites néphéliniques, *les caractéristiques de l'état final sont fixées dès le début*, aussi bien au point de vue chimique que minéralogique. *La transformation est brusque, sans transition*, une même plaque mince permettant de voir le contact de la roche absolument fraîche, et de la partie dans laquelle il ne reste plus aucun minéral intact et où le départ des éléments devant être éliminés est souvent presque complet.

Dans de semblables roches, *les rapports de l'acide titanique, du fer entièrement peroxydé et de l'alumine*, sont tout d'abord *exactement ou sensiblement les mêmes que dans la roche intacte*, mais très rapidement la *proportion du fer diminue par suite de son entraînement dans les régions supérieures* et, ensuite, *la teneur en alumine augmente par rapport à celle du titane*. Voilà pour les caractéristiques chimiques.

Le trait essentiel, au point de vue minéralogique, réside dans la *transformation des feldspaths en hydrargillite*, qui reste sur le cadavre du minéral détruit (fig. 1, pl. XIV) ; la composition initiale des feldspaths (orthose ou microcline, albite, plagioclases) n'a aucune influence sur le résultat de l'altération ; en même temps, des produits colloïdaux épigénisent les autres éléments. La roche transformée, conservant la structure originelle, est poreuse, légère et possède un aspect très caractéristique (fig. 1, pl. XII). Suivant les cas, elle est plus ou moins riche en silicate d'alumine (1) concentré dans le squelette des minéraux ferro-magnésiens.

Quelques exemples de transformation de syénites néphéliniques en silicate d'alumine (accompagné d'hydrates) se trouvant localement associés aux roches transformées en hydrargillite, on peut se demander si, dans le cas normal, ce minéral est bien le premier produit secondaire formé à partir des feldspaths, s'il ne dérive pas lui-même de la destruction d'un silicate d'alumine. Bien que je ne puisse en faire la démonstration irréprochable, je ne pense pas qu'une semblable hypothèse soit vraisemblable ; la décomposition semble bien être dès le début une hydrolyse des

(1) La transformation essentiellement kaolinique d'une diabase est un fait exceptionnel que je n'ai pas observé moi-même.

silicates originels ; j'ai en effet observé un nombre considérable d'échantillons, et toujours la transformation s'est présentée à mes yeux sous la même forme, sans termes intermédiaires. L'examen des pseudomorphoses en argile montre bien dans celles-ci quelques paillettes d'hydrargillite, mais elles se rencontrent dans l'intervalle des anciens feldspaths et non pas dans leurs squelettes, qui sont formés de produits colloïdaux.

Latérites ferrugineuses. — Altérations des péridotites. — La pauvreté en minéraux alumineux des péridotites donne à leurs latérites une composition et un aspect spécial. Les silicates ferro-magnésiens, qui les constituent surtout, se décomposent, comme dans les gabbros, en ne fournissant que des produits colloïdaux ferriques, contenant aussi de l'alumine : ils caractérisent une roche ocreuse, légère et friable.

Décomposition kaolinique et argileuse. — Altérations des mica-schistes, des gneiss et des granites. — Le troisième mode de décomposition réalisé en Guinée s'observe aux dépens des mica-schistes et aussi des granites. Il se distingue essentiellement du premier en ce que *l'altération ne se fait pas brusquement*, sans phase intermédiaire ; *elle est progressive* et, dans tous les exemples étudiés, son évolution est si ménagée que la roche intacte est généralement invisible. Dans les mica-schistes de Fatoya, des sondages poussés jusqu'à 60 mètres de profondeur n'ont pas fait rencontrer celle-ci ; il est vraisemblable que la disposition verticale des couches schisteuses a facilité leur altération.

Par suite, à l'inverse de ce qui a lieu pour les roches considérées plus haut, où la structure originelle ne persiste que sur quelques mètres et souvent beaucoup moins, ici *la structure initiale est conservée sur une très grande épaisseur*, bien que la cohésion soit profondément modifiée. La roche est onctueuse au toucher et friable quand elle est sèche ; elle fait pâte avec l'eau.

Les micas sont progressivement privés de leurs alcalis, en même temps qu'une quantité d'eau de plus en plus grande est fixée. *Il se produit de la kaolinite ou des silicates d'alumine colloïdaux, mélangés à une quantité d'hydrate d'alumine de plus en plus grande.* Ce mode d'altération est aussi celui de certains granites et gneiss de Guinée ; je l'ai observé aussi dans un granite de l'Ouadaï.

Aucun de ces produits d'altération ne saurait être désigné sous le nom de latérite ; ce sont des *kaolins* ou des *argiles* à la base, se transformant progressivement en *kaolins* et en *argiles latéritiques*.

Le mode d'altération n'est pas caractéristique d'une roche déterminée. — Si l'on s'en tenait aux résultats qui viennent d'être exposés, on pourrait être tenté de penser que, sous les tropiques, le mode d'altération des roches est toujours déterminé par la composition minéralogique et chimique de celles-ci. Une semblable généralisation serait inexacte ; les observations faites à Madagascar et dont, faute de place, je dois renvoyer l'exposé au prochain volume, permettent de le démontrer.

Les gabbros, les diabases, les syénites néphéliniques s'y latéritisent comme en Guinée, mais, en ce qui concerne les granites et les gneiss, tandis que l'on rencontre un grand développement des altérations kaoliniques ou argileuses, comme en Guinée encore, il existe aussi des transformations de ces mêmes roches en latérites gibbsitiques, souvent absolument dépourvues de fer. M. Max Bauer, le premier, en a cité un exemple (il avait rencontré antérieurement ce type aux Seychelles) ; j'en ai moi-même observé beaucoup d'autres, dans lesquels j'ai constaté toutes les particularités décrites plus haut à l'occasion des latérites des syénites néphéliniques des îles de Los. Je me réserve de discuter ultérieurement cette question avec les détails qu'elle comporte.

b. — Zone de concrétion.

Dans cette zone, le phénomène de départ s'achève ; peu sensible dans le cas des latérites gibbsitiques de gabbros et de syénites, puisque dès le début celles-ci ont été privées de la grande partie des éléments devant disparaître, il prend une plus grande importance dans le cas des mica-schistes. Mais, toujours on voit de plus en plus s'accroître un fait, déjà évident dans la zone précédente, je veux parler de l'*émigration du fer vers la surface* (1), où il se concentre. Puis des phénomènes de concrét-

(1) Cette ascension du fer vers la surface a été vue depuis longtemps par HISLOP (*Journ. Ass. Soc. Bombay*, V, 63, 1863), puis par M. MALCOM MACLAREN (*Geol. Magaz.*, XXXI, 543, 1906) dans la latérite de l'Inde, par M. ARSANDAUX (*op. cit.*) dans celle de l'Afrique occidentale et du Congo et par beaucoup d'autres auteurs.

tion, conduisant souvent à la séparation du fer et de l'alumine, se manifestent avec une importance croissante pour atteindre leur maximum tout à fait au voisinage de la surface et déterminer la production de la *cuirasse* résistante, dans laquelle l'hydroxyde de fer joue le rôle de ciment et peut même devenir assez abondant pour constituer un minerai de fer. Tel est en particulier le cas de la cuirasse de certaines diabases et surtout des péridotites. La production d'une cuirasse continue est liée à des conditions topographiques particulières (plateaux horizontaux ou faible inclinaison du sol).

On voit donc que la théorie (1) d'après laquelle les *minerais de fer* de la Guinée seraient dus à des phénomènes mécaniques et résulteraient d'un enrichissement dû à l'entraînement de l'alumine par des actions torrentielles et à la concentration du fer *par gravité* n'est pas admissible ; l'hydroxyde de fer se superpose aux éléments préexistants de la croûte superficielle (fig. 5, pl. XII) : *il s'accumule de bas en haut*.

Les types gibbsitiques. — Si la concrétion du fer saute aux yeux, la mobilité de l'alumine, pour être moins apparente, n'est pas moins réelle ; l'analyse chimique permet de la démontrer, l'examen au microscope d'en suivre les détails ; peu à peu, les produits ferrugineux qui, dans les diabases, dans les syénites, occupaient la place des silicates lourds détruits, sont remplacés par de l'hydrargillite, qui remplit en outre tous les vides de la roche. Il résulte de mes observations que ce minéral se comporte comme une matière assez soluble dans les eaux souterraines car non seulement il va cristalliser en des points où il n'existait pas au début, mais encore les paillettes qui épigénéisaient les feldspaths doivent se dissoudre, puis recristalliser sur place pour donner ces roches des îles de Los et du Bouré, qui, de poreuses et à fines paillettes cristallines, (fig. 1, pl. XIV, et fig. 4, pl. XV), sont devenues compactes et à grain relativement gros et ne renferment que des cristaux d'hydrargillite (fig. 3, pl. XIV, et fig. 5 et 6, pl. XV).

M. Max Bauer a déjà émis l'hypothèse de la probabilité de la concen-

(1) Cette théorie a été proposée déjà par M. HOLLAND (*op. cit.*, 62) pour expliquer la formation de la *low-levels laterite* de l'Inde, à laquelle cet auteur attribue une origine détritique. Les deux cas ne sont pas comparables.

tration de l'hydrargillite par voie aqueuse pour expliquer l'origine de concrétions à aspect crayeux provenant de l'île Sainte-Marie, vis-à-vis de la côte nord-est de Madagascar et dont la formation ne peut guère s'expliquer que par ce processus. Je dois à la courtoisie de ce savant les échantillons qu'il a étudiés; ils sont constitués par de l'hydrargillite en ponctuations extrêmement fines, quand on la compare aux formations similaires de la Guinée.

D'ailleurs, la possibilité de la formation d'hydrargillite par voie aqueuse est encore démontrée par l'étude des géodes que ce minéral constitue dans la cuirasse latéritique de tant de gisements de Guinée, par les croûtes beaucoup plus épaisses et plus cristallines qui revêtent les fentes des schistes latéritisés de la province de Minas Geraes au Brésil et aussi celles des minerais de chrome et de cobalt de la Nouvelle-Calédonie.

Les types bauxitiques. — A l'inverse de ce qui vient d'être décrit dans la zone de concrétion des latérites de gabbros, la caractéristique de la zone de concrétion surmontant les kaolins et les argiles latéritiques réside dans ce que l'hydrate d'alumine, qui, peu à peu, remplace le silicate alumineux s'y forme tout d'abord sous la forme colloïdale. L'examen des roches de la tranchée de Fatoya montre bien que l'on y trouve beaucoup d'hydrargillite; mais celle-ci est toujours accompagnée par une proportion importante et souvent prédominante d'hydrates colloïdaux, et il n'est pas douteux que ce minéral cristallisé ne soit un produit de la transformation de ceux-ci; il est possible de le démontrer dans le cas des latérites pisolitiques.

Les latérites pisolitiques. — D'une façon générale, l'une des caractéristiques de la cuirasse réside dans l'abondance des formations pisolitiques. L'opinion d'après laquelle les pisolites en général se sont formés dans des eaux en mouvement a été longtemps en honneur et récemment encore proposée pour expliquer la formation des bauxites pisolitiques de l'Arkansas. Il est incontestable qu'une semblable opinion est légitime, quand il s'agit des pisolites siliceux ou calciques des sources thermales: elle ne peut se défendre pour ceux de la latérite. Ces pisolites, en effet, tout comme ceux des argiles de décalcification des régions calcaires, résultent d'un phénomène de concrétion et ont été formés

sur place dans un milieu non en mouvement (1); dans le cas le plus général, elles n'ont pas subi de transport après leur production. Leur forme, leur plus ou moins de régularité, leurs dimensions dépendent de l'état physique de ce milieu. S'il est constitué par l'accumulation de fragments pierreux de quelques centimètres de plus grande dimension, comme cela a lieu généralement à la surface émiectée de la cuirasse, ou dans certaines alluvions quartzeuses, les couches successives de concrétion enrobent le fragment, mais la proportion des produits colloïdaux est trop faible par rapport à la masse du noyau pour qu'une forme régulièrement sphérique puisse être atteinte; de plus, le voisinage de gros fragments incompressibles gêne l'accroissement. Quand, au contraire, le milieu ne renferme que de petits grains élastiques, ainsi qu'on l'observe pour le quartz de la latérite de beaucoup d'alluvions, ceux-ci peuvent ne pas gêner la formation de couches régulières des pisolites; ils sont englobés par elles si l'alluvion n'est pas assez meuble pour qu'ils puissent être repoussés à l'extérieur. Mais la meilleure condition pour la formation des pisolites est l'existence d'un milieu homogène, ne renfermant que peu ou pas d'éléments solides non concrétionnables ou tout au moins n'en possédant une proportion notable que sous forme de très petits grains; ainsi s'explique l'abondance des pisolites dans la cuirasse latéritique des micaschistes ou des argiles et aussi dans celle des alluvions.

On a vu page 260, dans la classification de M. Fermor, qu'une division est réservée à ce qu'il appelle les *lake laterite*, constituées par des minéraux ferrugineux et manganésifères pisolitiques; ce savant les regarde comme formées par un dépôt chimique dans des lacs, à la façon des minerais de la Suède. Je n'ai pas vu personnellement en Guinée de roches pisolitiques qui soient nécessairement formées par un processus de ce genre: les conditions réalisées dans les flaques d'eaux temporaires de la surface des bowals sont suffisantes pour expliquer tous les faits observés.

Les pisolites ferrugineux se rencontrent dans la cuirasse de tous

(1) L'explication de la production de ces pisolites ferrugineux par une concrétion en place s'applique aussi aux minerais de fer *en grains* formés dans des argiles de décalcification des calcaires des régions à climat tempéré. Il faut noter à ce sujet que parfois ceux-ci ont une

les types latéritiques, car l'hydroxyde de fer colloïdal est un produit ubiquiste, mais il n'en est pas de même pour les pisolites très alumineuses. En Guinée, on n'en trouve pas dans la cuirasse latéritique des syénites néphéliniques : ils sont rares dans celle des roches basiques ; mais, par contre, ils sont fréquents dans celle des micasehistes, des granites et des argiles, et cela non pas seulement à cause des conditions de milieu dont je viens de parler, mais en raison d'une autre particularité physique. Dans les latérites gibbsitiques, l'hydrosol alumineux circule dans la zone de concrétion en contact avec de l'hydrargillite formée dès le début de l'altération et disséminée partout ; les cristaux de ce minéral servent de noyau, qui déterminent une cristallisation à peu près complète.

Dans le cas de l'altération des micasehistes, la totalité de l'alumine est libérée de ses combinaisons silicatées sous forme de gel, et je viens de montrer que c'est en partie à cet état qu'elle subsiste dans la carapace ; elle peut donc aisément se concrétionner et former des pisolites tant que la cristallisation n'a pas été amorcée. Toutes les fois que, comme à Fatoya et à Siguiri, on rencontre de l'hydrargillite dans ces pisolites, l'irrégularité de son mode de distribution, l'absence de structure régulièrement fibro-lamellaire à partir d'un centre ne laissent aucun doute sur son origine secondaire. Elle constitue de véritables paramorphoses du produit amorphe de la phase primordiale.

Si l'on s'en tenait aux exemples cités dans ce mémoire, on pourrait se demander si cette persistance de l'état colloïdal n'a pas quelque relation avec la composition de l'hydrate d'alumine, l'hydrate à 1 molécule d'eau y paraissant abondant, alors que l'hydrate à 3 molécules est prédominant dans les latérites de diabases et de syénites. La cristalli-

composition chimique analogue à celle des minerais latéritiques ; tel est le cas des deux exemples suivants provenant : *a.* du Bois-de-la-Garenne (Cher) et de Brussignol (Tarn) (*in* CARNOT, *A. M.*, LXVIII, 5, 163, 1890) :

	<i>a.</i>	<i>b.</i>
SiO ²	11,60	14,33
Al ² O ³	22,08	16,00
Fe ² O ³	50,87	53,33
CaO.....	»	1,33
P ² O ⁵	0,05	»
SO ³	0,40	»
H ² O.....	15,00	14,67
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100,00	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 99,66

sation de l'hydrargillite dans les pisolites pourrait dans ce cas être, comme le pense M. Arsandaux, la conséquence d'un phénomène d'hydratation (1). Mais l'existence dans l'Arkansas (2) et ailleurs de latérites pisolitiques, uniquement formées par l'hydrate à 3 molécules d'eau, resté en grande partie à l'état colloïdal, et ne se trouvant sous forme cristallisée que dans les fentes, fait voir que, si cette cause peut être admise dans certains cas, elle n'est pas d'ordre général.

Le durcissement des latérites. — On a parfois donné comme caractéristique de la latérite cette propriété, si souvent observée, que tendre tant qu'elle possède son eau de carrière, elle durcit quand elle est exposée à l'air. Cette propriété, facile à constater en Guinée, ne doit pas entrer dans la définition de la latérite, car elle n'est pas essentielle; elle est le résultat de l'évaporation de l'eau de carrière des produits *colloïdaux* hydroxydés et silicatés et particulièrement de l'hydrate ferrugineux. Elle ne s'observe en effet que dans les types latéritiques renfermant ceux-ci en abondance, c'est-à-dire dans la cuirasse; mais elle manque dans les latérites gibbsitiques des syénites et des diabases; celles-ci renferment jusqu'à 90 p. 100 d'éléments latéritiques, mais ils sont *cristallisés* (hydrargillite, limonite).

Les latérites alluvionnaires. — Tous les phénomènes qui viennent d'être décrits se produisent aux dépens des roches en place, mais ils se

(1) M. MACLAREN a émis (*op. cit.*, 346) l'idée que, dans l'Inde, l'hydrargillite résulte d'une hydratation, contrairement à l'opinion de M. HOLLAND, qui regarde la latérite comme caractérisée par une déshydratation (*Geol. Magaz.*, X, 65, 1903).

(2) J'ai eu l'occasion d'étudier l'été dernier plusieurs de ces gisements de bauxite aux environs de Little Rock (Fourche Mountains). Ce sont des latérites de syénites alcalines (pulaskites et syénites néphéliniques); leurs relations avec ces roches sont plus faciles à voir dans les gisements de Bryant, situés un peu au sud-ouest. M. HAYES en a fait une étude détaillée (*U. S. Geol. Survey, Annual Report*, XXI, part. III, 435-472, 1899-1900). Sur les syénites se trouve une zone de kaolin ayant, dans le voisinage du contact, conservé la structure de la roche éruptive, mais la perdant plus haut. C'est la reproduction comme cas général du cas accidentel de la zone de départ des îles de Los. La bauxite recouvre ce kaolin, et je l'interprète en la considérant comme représentant la zone de concrétion. A la base, on rencontre, en place ou sous forme de blocs, une variété où se distingue encore la structure originelle de la syénite (un échantillon que j'ai recueilli dans le sud-ouest de la Fourche-Mountain est une latérite gibbsitique comparable à celle de la zone de départ des îles de Los), alors qu'à la surface la bauxite est entièrement pisolitique. Les pisolites sont creux, souvent fendillés, et ressemblent d'une façon frappante à ceux de Gaya, décrits plus haut. Ils sont d'ordinaire entièrement colloïdaux; mais leurs intervalles et leurs fentes de retrait renferment parfois de fines paillettes d'hydrargillite et de grandes plages de calcite.

poursuivent dans les produits de transport résultant de la démolition des latérites *in situ*.

Dans le cas de ces alluvions latéritiques (latéritites), la zone de départ est constituée par la base de l'alluvion elle-même, dans laquelle l'hydrolyse des silicates alumineux subsistant se poursuit, alors qu'à la partie supérieure se forme une cuirasse ferrugineuse, ne différant de celle des roches en place que lorsqu'il y existe des débris élastiques inaltérés, tels que du quartz, ou des fragments de roches, elles-mêmes latéritisées, mais ayant notoirement subi un transport.

Quand ces alluvions sont à éléments fins, les conditions du milieu sont favorables à la production de pisolites ferrugineux très réguliers, et c'est probablement aux dépens de semblables formations que naissent ces échantillons d'aspect toujours identique, que l'on voit dans tant de collections recueillies dans les pays tropicaux les plus divers (1). Ils sont constitués par des pisolites d'un brun rouge, à cassure vitreuse ou terne, serrés les uns contre les autres et laissant entre eux de petits espaces vides ou remplis par de l'hydrargillite.

En bien des points de la Guinée, on rencontre un conglomérat de petits fragments de latérite gibbsitique, mélangés à des produits élastiques, quartz en particulier, arrachés à des roches voisines et constituant une véritable roche sédimentaire intermédiaire entre le type qui vient d'être décrit et celui dont il me reste à m'occuper.

Latérites d'alluvions. — De toutes les modalités de latéritisation qui viennent d'être étudiées, la production de la cuirasse ferrugineuse est le dernier acte de transformations successives effectuées aux dépens de roches en place sous-jacentes. Il reste à discuter un dernier terme, dans lequel la concrétion superficielle s'est formée aux dépens de matériaux de transport récemment accumulés et n'ayant pas toujours été au préalable l'objet de transformations latéritiques. Le fer montant des couches sous-jacentes, après s'être hydroxydé et précipité, vient se superposer à des éléments élastiques, plus ou moins inaltérés. C'est ce qui caractérise les latérites d'alluvions, que je fais rentrer dans le groupe des *latéritoïdes* de M. Fermor.

(1) L'échantillon dont il est question page 313 appartient au type.

Il est certain que tout ou partie du silicate d'alumine qu'elles renferment en quantité souvent assez grande n'a pas été formé sur place, mais a été accumulé par le phénomène de transport, au même titre que les grains de quartz qui l'accompagnent. Placé dans les mêmes conditions que les roches, dont nous venons d'étudier la latéritisation, il est bien évident que ce silicate devra à son tour subir une transformation du même ordre. Aussi les latéritoïdes, de formation tout à fait récente, que j'ai observées entre le Niger et le Niandan et qui sont pauvres en hydrates d'alumine, parce que peu évoluées, seront-elles aussi, avec le temps, hydrolysées ; dans un avenir plus ou moins éloigné, elles ne se distingueront plus en rien de la latérite alluvionnaire, dont il a été question plus haut.

Il est cependant intéressant de les considérer à part, tout au moins au point de vue théorique, car l'ordre des phénomènes que j'ai étudiés jusqu'ici est renversé, puisque, dans ce cas, l'invasion ferrugineuse précède en grande partie l'hydrolysatation des silicates, au lieu de lui être postérieure comme dans les latérites formées aux dépens des roches en place. Ici les zones de départ et de concrétion se confondent.

La cuirasse ferrugineuse existant parfois en Guinée à la surface des grès tabulaires et celle qui se voit aussi dans les mêmes conditions dans la partie du Soudan que je n'ai pas visitée moi-même (limonite pisolitique des grès de Somba à Bouza) paraissent être dues à un phénomène du même ordre.

§ II. — Conditions de formation des latérites.

De nombreuses théories ont été proposées pour expliquer les phénomènes de latéritisation (1).

Alors qu'on croyait à l'existence d'une différence radicale entre le mode de décomposition des roches silicatées alumineuses dans les pays tempérés et dans les pays tropicaux, il était logique de chercher la solution du problème de la latéritisation dans des réactions tout à fait différentes de celles admises pour expliquer la décomposition de ces mêmes

(1) M. Meigen a donné récemment (*Geol. Rundschau*, II, 197, 1914) un bon résumé de celles-ci.

roches dans les pays tempérés. A ce point de vue, l'ingénieuse hypothèse de M. Holland (1) faisant intervenir l'action de microorganismes mérite d'être rappelée. Mais maintenant qu'il est démontré que des produits de décomposition absolument identiques à ceux des pays tempérés (argiles, kaolins) se forment sous les tropiques et qu'il y a continuité, comme je viens de le montrer, entre leur production et la latéritisation, il semble plus naturel peut-être de penser que toutes les modalités d'altération sont dues à des réactions du même ordre, dont certaines se manifestent seulement avec une intensité plus grande dans les pays tropicaux, grâce à des conditions climatiques spéciales. Mais il me paraît que la solution du problème sera fournie par la méthode expérimentale, et que discuter encore une fois cette question sans apporter d'expériences de laboratoire est un peu discuter dans le vide ; je n'insisterai donc pas.

Je crois plus utile de préciser aussi nettement que possible les conditions dans lesquelles la latéritisation s'effectue et celles où elle ne se produit pas. Le problème sera ainsi mieux posé.

Cela ne sera peut-être pas inutile, si j'en juge par les opinions discordantes émises à ce sujet. C'est ainsi, par exemple, que M. Meigen, dans l'article auquel j'ai fait allusion plus haut, met en première ligne l'opinion formulée récemment par M. Vageler (2), que la latéritisation serait due à une grande pauvreté en humus des régions où on l'observe. La réaction acide de l'humus déterminerait la décomposition argileuse dans les pays tempérés ; l'absence ou la rareté de l'humus permettraient l'hydrolyse des silicates par l'eau pure dans les pays tropicaux. Cette opinion sur le rôle de l'humus n'est pas conforme, d'une façon générale, à mes observations.

Tout d'abord, il est évident que la latéritisation n'est pas le résultat d'une attaque directe par l'atmosphère, ni par les eaux pluviales ruisselant seulement sur les roches. L'examen minutieux des portions verticales des falaises d'Ouroussa et de Bougourou m'a fait voir que celles-ci sont absolument intactes. Il en est de même pour les rochers dénudés, à surface arrondie, des syénites des îles de Los. Les éboulis de

(1) *Geol. Magaz.*, X, 59, 1903.

(2) *Fühling's Landw. Zeitung*, LIX, 873, 1910.

gros blocs de diabases, visibles au pied des falaises situées à l'est-sud-est de Mamou, ceux des montagnes d'Ourooussa, de Bougourou, de Didi, sont également intacts. Par contre, la latéritisation est intense partout où la pente du sol est suffisante pour permettre à l'eau de s'infiltrer et surtout de rester longtemps en contact avec les roches. Les éboulis des pentes, formés de petits blocs, réunis par de la poussière fine, sont extrêmement sensibles à cette transformation. On trouve de semblables éboulis sur les croupes à pentes douces entaillées par le chemin de fer à l'est de Mamou; les transformations que j'y ai observées prouvent que les blocs anguleux des brèches non cimentées se sont altérés sur place.

Non seulement il faut faire intervenir la porosité du milieu, rendant facile la pénétration des eaux superficielles et la situation topographique leur permettant de séjourner à la surface du sol, mais encore il est nécessaire de tenir grand compte de l'action de la végétation, qui se développe avec une extrême rapidité dans de semblables conditions. Cette influence de la végétation et surtout de la végétation forestière, et par suite celle de l'humus qui en est la conséquence, sautent d'ailleurs aux yeux aux îles de Los et notamment à l'île Roume, où il existe un contraste si frappant entre la côte sud, formée par des roches fraîches, dénudées, battues par la mer, et la côte nord, qui est plate, couverte de gros arbres et de brousse touffue, et où il n'existe plus trace de roches non décomposées. On chercherait vainement des affleurements étendus de syénites intactes au milieu de la brousse herbeuse et forestière des autres îles de Los. Dans la figure 6 de la planche XI, la limite nette de la végétation indique celle de la latérite. Voilà pour la latéritisation en général.

En ce qui concerne le développement de la cuirasse, la disposition topographique optimum est certainement celle des plateaux tabulaires constitués par les coulées de diabases et le fond des vallées à surface presque horizontale. Il me semble vraisemblable que, à mesure que se développe la concretion superficielle, les conditions d'existence y deviennent de plus en plus mauvaises pour la végétation, qui finit par disparaître en grande partie. Si cette manière de voir est exacte, la stérilité des *bowals* serait non pas la cause, mais la conséquence de la latéritisation commencée sous une couverture végétale.

Un botaniste, qui a beaucoup vécu en Guinée, M. l'administrateur en chef Pobéguin, a donné une excellente description de ces *bowals*. « Ces plateaux, a-t-il écrit (1), par leur irrégularité et leurs ondulations, forment un nombre incalculable de petites cuvettes où l'eau séjourne, ne s'écoulant plus, la terre étant saturée et ne pouvant plus absorber. Aussi les sentiers sont-ils presque tous recouverts de 20 ou 30 centimètres d'eau pendant les deux ou trois mois de fin de saison des pluies (2). »

C'est précisément à la surface de ces sentiers que l'on rencontre le plus grand développement de la cuirasse et que l'on voit à l'œuvre la fragmentation de celle-ci; les débris sont bien vite collés à leurs voisins ou bien soudés au sol, grâce à la continuelle concrétion de la limonite.

Les conditions climatiques auxquelles j'ai fait allusion plus haut sont, en Guinée, celles auxquelles M. Maclaren a attaché une si grande importance (3) pour l'explication de la latérite de l'Inde, c'est-à-dire l'alternance d'une saison très humide et d'une saison très sèche.

Au début de la saison humide, le sol est imbibé d'eau; au bout de quelques semaines, la saturation est réalisée, et alors de toutes parts jaillissent des sources abondantes, qui permettent l'évacuation des produits dissous (4); ce doit être la période de destruction pendant laquelle la zone de départ s'accroît par la base et les phénomènes de départ se complètent au voisinage de la surface.

A la fin de la saison des pluies, cet écoulement intensif cesse peu à peu; le sol se dessèche, les solutions qu'il renferme se concentrent, sont aspirées par capillarité dans la zone supérieure; elles y cristallisent ou laissent peu à peu déposer les produits dissous, puis s'évaporent à la surface chauffée par le soleil, où la précipitation et la concrétion des hydrogels s'achève.

(1) *Essais sur la flore de la Guinée française*, Paris, Challamel, p. 46.

(2) Cette description peut s'appliquer trait pour trait aux *Tampoketsa* de Madagascar, qui, eux aussi, sont couverts par une cuirasse superficielle, dans laquelle ou sur laquelle abondent les pisolites ferrugineux.

(3) *Geol. Majaz.*, *op. cit.*

(4) On comprend aisément l'entraînement complet des sels alcalins, de ceux de chaux et de magnésie qui sont très solubles, mais il est singulier de voir en Guinée la disparition complète de la silice; celle-ci doit être emportée à l'état d'hydrosol et ne se concentre nulle part.

Dans un seul cas, aux îles de Los, j'ai vu dans les cavités de la cuirasse ferrugineuse des houppes de fort jolis cristaux d'aragonite.

§ III. — L'âge des latérites.

L'ensemble des phénomènes décrits dans ce mémoire est très probablement encore en état d'évolution active, mais aucune observation directe ne permet de le démontrer d'une façon certaine, sauf en ce qui concerne le concrétionnement ferrugineux de la surface de la carapace. M. J. Chautard a bien annoncé que, en visitant à plusieurs mois de distance les tranchées du chemin de fer, il a vu des différences très notables dans l'état de décomposition de leurs roches, mais cette opinion n'est point celle des ingénieurs, qui ont suivi les travaux depuis les débuts de la construction du chemin de fer, datant d'une dizaine d'années.

J'ai moi-même examiné avec le plus grand soin la surface des rochers éclatés à la dynamite sur toute l'étendue de la ligne de chemin de fer depuis la côte jusqu'au Niger ; je l'ai vue souvent ternie, mais toujours parfaitement intacte au point de vue minéralogique ; les plaques minces taillées dans l'épiderme des roches en apparence les plus salies ne laissent voir aucun phénomène de latéritisation. Il en est de même pour les matériaux ayant servi à effectuer les travaux d'art, quelle que soit leur position.

Mais une observation plus importante peut être faite dans l'archipel de Los. Près de la côte nord de Roume, se trouvent des ruines de maisons en pierre, très anciennes ; dans l'une d'elles, se dresse un baobab dont le tronc mesure 1 mètre de diamètre ; près du village de Tahiré, de grands manguiers ont poussé au milieu des décombres ; j'ai minutieusement examiné tous ces murs, fort épais. Ils sont bâtis avec des dalles de syénite, mesurant jusqu'à 50 centimètres de plus grande dimension ; elles ont été recueillies sur le bord de la mer, car elles portent encore des traces de coquillages. Les angles des murs et les pieds droits des portes et fenêtres sont surtout formés de blocs de la latérite voisine ; le tout a été lié par un mortier grossier.

Ces débris de constructions disparaissent sous les mousses et les fougères, et cependant les blocs de syénites sont restés absolument frais ; je n'y ai constaté aucune trace d'altération ; je me crois donc en droit de considérer la latéritisation non pas comme un phénomène rapide, mais comme s'effectuant lentement.

Latérites d'âge différent. — Il est possible de démontrer, en outre, qu'il existe en Guinée des latérites d'âge différent.

Les photographies 1 à 3 de la planche X montrent la disposition de la latérite sur le plateau de Bougourou ; les éboulements, qui se produisent sur ses bords, mettent à nu des coupes fraîches qu'on ne saurait mieux comparer qu'à celles des falaises des basaltes des plateaux d'Auvergne. Cette disposition ne peut s'expliquer que si la latéritisation, ou tout au moins ses débuts, sont antérieurs aux phénomènes d'érosion, qui ont découpé ces hautes falaises et sculpté la vaste plaine qu'elles dominent aujourd'hui. Il existe, du reste, un contraste très frappant à tous égards entre cette latérite fossile, si je puis m'exprimer ainsi, et la cuirasse ferrugineuse, constituée par la cimentation des alluvions, qui recouvre toute la plaine. Celle-ci est de formation tout à fait récente.

Il me paraît que ces deux types latéritiques peuvent être comparés à ce que les géologues de l'Inde appellent la *high-level laterite* et la *low-level laterite*.

Une différence du même ordre s'observe au poste de Siguiri ; la latérite pisolitique forme de petites buttes dominant la région plate, au milieu de laquelle ils se dressent et qui sont les témoins non érodés d'une formation latéritique qui a dû avoir jadis une plus grande extension. Dans la coupe du puits de Siguiri, situé dans la plaine du Niger, au pied du plateau sur lequel est bâti le poste, on constate que la cuirasse ferrugineuse d'alluvions repose directement sur des argiles et non pas sur des latérites pisolitiques, comme celles qui, sur la route de Kita, recouvrent cette même formation argileuse.

J'ai parlé plus haut d'une coupe relevée au kilomètre 303 du chemin de fer ; elle conduit à une conclusion du même ordre. On y voit la latérite gibbsitique d'une diabase ravinée par une couche d'alluvions latéritiques, dont la partie superficielle est durcie en cuirasse continue et supporte un conglomérat moderne de petits fragments consolidés. La succession des phénomènes qui ont déterminé la production de ces différentes roches implique nécessairement une longue période de temps.

En résumé, je considère que le début de la latéritisation en Guinée est fort ancien et date peut-être de plusieurs périodes géologiques, sans

qu'il soit possible de songer à aucune précision en l'absence de toute formation sédimentaire datée.

Si l'on se transporte dans la partie du Soudan s'étendant à l'est du Niger, puis dans l'Ouadaï, on peut faire des observations plus démonstratives. On y rencontre des lambeaux latéritiques, restes d'une formation ancienne, érodée ; tel est, par exemple, le cas des latérites pisolithiques de Gaya et de l'Adar Douchi, formées aux dépens de l'argile crétacée, et de celles de la région d'Abéché, dans l'Ouadaï, reposant sur le granite kaolinisé. Elles sont comparables aux latérites des plateaux de la Guinée.

Mais, comme ces régions possèdent actuellement un climat saharien, c'est-à-dire un climat tout à fait impropre à la production de la latérite, il n'y existe rien qui soit comparable à la latérite alluvionnaire ou à la latérite d'alluvions récentes décrites plus haut.

D'ailleurs, sans remonter aux bauxites du crétacé du Midi de la France, on sait qu'il existe à travers le monde des formations similaires d'âge extrêmement varié : celles de l'Arkansas, auxquelles j'ai fait allusion plus haut, sont recouvertes par des sédiments tertiaires et sont regardées par M. Hayes comme datant probablement de la base de l'éocène.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE X

FIG. 1 à 3. — Falaises diabasiques du sommet de la montagne de Bougourou, montrant le délit prismatique et la transformation superficielle en latérite. Dans la figure 1, la partie prismée inférieure est seule formée par la diabase intacte. Dans la figure 2, la latérite constitue seulement la partie supérieure du plateau. Dans ces deux figures, on voit à l'arrière-plan la plaine recouverte par la cuirasse ferrugineuse d'alluvions (p. 283, 285 et 354).

FIG. 4. — Grande tranchée de Fatoya. La *zone de départ* des schistes micacés apparaît en blanc; elle est recouverte par la *zone de concrétion* colorée en rouge. Au milieu de la figure, on voit la section d'un ancien puits indigène (p. 303).

FIG. 5. — Bowal recouvert par la cuirasse ferrugineuse d'alluvions, avec termitières en forme de champignon. Entre Setiguia et Komatiguia (p. 310).

FIG. 6. — Grande termitière sur cuirasse ferrugineuse entre Siguiri et Fatoya. Cette figure et la précédente donnent une idée du paysage soudanais.

PLANCHE XI

FIG. 1 à 4. — Diabase recouverte par la latérite (*zone de départ*, type de la figure 1 de la planche XII). Tranchée du chemin de fer du Niger entre les kilomètres 302 et 303. Les parties éclairées sont formées par la diabase intacte, les parties sombres par la latérite gibbsitique. La décomposition par écailles successives se voit dans les figures 1 et 4. Des fissures visibles sur les figures 3 et 4 ont été en petit le siège des phénomènes caractéristiques de la cuirasse: des pisolites ferrugineux se rencontrent dans la partie axiale de ces fissures (p. 283, 289).

FIG. 5 et 6. — Aspect des rochers non latéritisés des syénites néphéliniques des îles de Los. Phare de Tamara (fig. 5), bord de la mer au sud de Tamara (fig. 6, p. 275).

PLANCHE XII

Tous les échantillons de cette planche et de la suivante ont été photographiés à peu près en grandeur naturelle.

FIG. 1. — Facies en *pain d'épices* de la latérite gibbsitique de la diabase du kilomètre 303 (*zone de départ*) (p. 284, 337).

FIG. 2. — Conglomérat à petits éléments de la latérite gibbsitique de syénite néphélinique. Bords de la mer à Kassa (p. 274, 278) (*zone de concrétion*).

FIG. 3. — Latérite gibbsitique ferrugineuse de la cuirasse de la syénite néphélinique de l'île Tamara. On voit des tubulures déferruginisées (p. 277).

FIG. 4. — Latérite de péridotite, traversée par un tube vertical de stilpnosidérite mame-lonnée (*sommet de la zone de départ*). Kilomètre 10 (p. 286, 295).

FIG. 5. — Latérite de péridotite (parties claires) envahie par un réseau de stilpnosidérite (base de la *zone de concrétion* à 1 mètre au-dessus de l'échantillon de la figure précédente, p. 295, 340).

FIG. 6. — Latérite bauxitique pisolitique (Voir fig. 1, pl. XVII). Bloc dans la *latérite alluvionnaire* du kilomètre 303 (p. 300).

PLANCHE XIII

FIG. 1. — Latérite bauxitique pisolitique (pisolites rouges sur fond blanc) de la *cuirasse* latéritique des schistes micacés de Siguiri près le poste (p. 310).

FIG. 2. — Latérite bauxitique pisolitique du granite de l'Ouadaï (p. 315).

FIG. 3. — Latérite alluvionnaire; les petits nodules sont des débris de latérite de diabase enrobés par de la stilpnosidérite. *Cuirasse ferrugineuse* près la gare de Mamou (Voir fig. 2, pl. XVII, p. 300).

FIG. 4. — Conglomérat de surface de la latérite alluvionnaire du même gisement. Les pisolites, qui sont irréguliers, ont pour centre des débris d'alluvions ferruginisées riches en quartz (Voir fig. 3, pl. XVII, p. 300).

FIG. 5. — Latérite d'alluvion (*latéritoïde*) montrant des tubes sinueux tapissés de stilpnosidérite. Kilomètre 591, entre le Niger et le Niandan (p. 319).

FIG. 6. — Alluvions actuelles en voie de cimentation par de la limonite et montrant la même structure que l'échantillon précédent. Berges du Tinkisso, en aval de Kérouané.

PLANCHE XIV

FIG. 1. — Latérite gibbsitique poreuse de la syénite néphélinique. Ile Roume. Les anciens cristaux de feldspaths alcalins sont transformés en paillettes d'hydrargillite; les espaces obscurs sont formés par des produits colloïdaux poreux remplaçant la néphéline et les minéraux colorés. Composition et structure caractéristiques de la *zone de départ*. *Lumière polarisée*. — *Grossissement* : 35 diamètres (p. 276, 337, 340).

FIG. 2. — Même roche, mais devenue compacte, tous les vides étant remplis par de la stilpnosidérite (p. 276).

FIG. 3. — Latérite gibbsitique (*zone de concrétion*). La roche est uniquement formée par de l'hydrargillite microgrenue. Bloc dans le conglomérat du bord de la mer. Nord de Kassa. *Lumière polarisée*. — *Grossissement* : 100 diamètres (p. 278, 308, 340).

FIG. 4 et 5. — Argile latéritique montrant la structure conservée de la syénite néphélinique. Nord de Kassa. La plaque mince représentée par la figure 4 a été taillée au centre d'un bloc; celle de la figure 5 sur les bords d'un autre; on y voit l'argile envahie par la stilpnosidérite. *Lumière naturelle*. — *Grossissement* : 4 diamètres (fig. 4), 35 diamètres (fig. 5, p. 281, 282).

FIG. 6. — Argile latéritique des syénites néphéliniques de Fotabar. Cet échantillon a été recueilli à 1 mètre au-dessus d'échantillons présentant la structure de la figure 4. La structure originelle de la roche a disparu, l'argile est concrétionnée; de la stilpnosidérite forme des ponctuations ou tapisse les bords des cavités et colore la roche en jaune rougeâtre. *Lumière naturelle*. — *Grossissement* : 60 diamètres (p. 281).

PLANCHE XV

FIG. 1. — Limonite fibreuse des fentes de l'échantillon représenté par la figure 2 de la planche précédente. *Lumière naturelle*. — *Grossissement* : 35 diamètres (p. 276, 330).

FIG. 2. — Péridotite (*wehrlite*) du mont Kakoulima. Grains d'olivine, fissurés et en voie de transformation en antigorite; cristaux de spinelle chromifère. Ces minéraux sont enveloppés par de grandes plages de pyroxène, avec un peu de plagioclase. *Lumière naturelle*. — *Grossissement* : 33 diamètres (p. 294).

FIG. 3. — Latérite de la roche précédente. La roche est réduite à des cloisons et à des membranes ferrugineuses; les cristaux de spinellides ont été arrachés pendant la confection de la préparation, en même temps que les produits pulvérulents remplissant les alvéoles. *Lumière naturelle*. — *Grossissement* : 35 diamètres (p. 294).

FIG. 4. — Latérite gibbsitique de diabase de la montagne de Bougourou (type de la figure 1 de la planche XII); échantillon recueilli à 50 centimètres au-dessus de la roche intacte. On reconnaît la structure ophitique originelle de la roche; les feldspaths sont épigénisés par des paillettes d'hydrargillite. On commence à voir ce minéral se développer dans les parties noires occupant la place des pyroxènes disparus. *Lumière polarisée*. — *Grossissement* : 35 diamètres (p. 285, 286, 340).

FIG. 5 et 6. — Latérite gibbsitique de la diabase de Bougourou. Échantillon recueilli dans la zone de concrétion, tout près de la surface. Dans la figure 5 (*lumière naturelle*), on reconnaît encore des silhouettes de plagioclases. En lumière polarisée (fig. 6), la structure originelle n'est plus visible par suite du développement de l'hydrargillite à tendance microgrenue. — *Grossissement* : 100 diamètres (p. 287, 340).

PLANCHE XVI

FIG. 1. — Latérite gibbsitique. Structure sphérolitique de l'hydrargillite épigénisant le labrador du gabbro du mont Kakoulima (*zone de départ*). *Lumière polarisée*. *Grossissement* : 135 diamètres (p. 285).

FIG. 2. — Latérite gibbsitique. Hydrargillite en gros cristaux moulés par stilpnosidérite. Sommet de la montagne d'Ouroussa (*zone de concrétion*). *Lumière polarisée*. — *Grossissement* : 35 diamètres (p. 287, 288, 309, 326).

FIG. 3. — Lamelle $a^1(001)$ d'hydrargillite, extraite de la roche précédente, montrant les macles polysynthétiques suivant $m(110)$. *Lumière naturelle*. — *Grossissement* : 130 diamètres (p. 287, 288, 327).

FIG. 4. — Lamelle mince taillée au contact de deux fragments de latérite gibbsitique de gabbro, cimentés par de la stilpnosidérite concrétionnée (*conglomérat de formation actuelle*). Surface d'un bowal, au pied sud du Kakoulima. *Lumière naturelle*. — *Grossissement* : 4 diamètres (p. 289).

FIG. 5. — Géodes d'hydrargillite (macle suivant p) occupant l'intérieur de cavités de la cuirasse latéritique. Sommet de la montagne d'Ouroussa. *Lumière polarisée*; nicols à 45°. — *Grossissement* : 60 diamètres (p. 288).

FIG. 6. — Cuirasse conglomératique et pisolitique du sommet d'Ouroussa; on voit de petits fragments de latérite gibbsitique réunis par un ciment alumineux colloïdal, dans lequel se distinguent des pisolites alumineux colloïdaux. *Lumière polarisée*; nicols à 45°. — *Grossissement* : 35 diamètres (p. 288).

PLANCHE XVII

FIG. 1. — Lamelle mince taillée dans l'échantillon représenté par la figure 6 de la planche XII. Pisolites alumineux colloïdaux, réunis par un ciment d'hydrargillite en paillettes très fines. D'anciennes cavités sont remplies par de l'hydrargillite plus largement cristallisée. *Lumière polarisée*. — *Grossissement* : 35 diamètres (p. 300).

FIG. 2. — Latérite alluvionnaire de Mamou (Voir fig. 3, pl. XIII). Ciment d'une portion renfermant des débris de diabase, transformés en latérite gibbsitique. On voit des grains

élastiques de quartz, entourés par de l'hydrargillite néogène. Le fond éteint est constitué par de la stilpnosidérite. *Lumière polarisée*. — *Grossissement* : 100 diamètres (p. 301).

FIG. 3. — Structure conglomératique de la surface de la cuirasse ferrugineuse alluvionnaire de Mamou. Plaque mince taillée dans l'échantillon représenté par la figure 1 de la planche XIII. *Lumière naturelle*. — *Grossissement* : 4 diamètres (p. 300).

FIG. 4. — Latérite bauxitique du poste de Siguiri (*zone de concrétion*). Plaque taillée dans l'échantillon de la figure 1 de la planche XIII. Débris de latérite très ferrugineuse servant de centre à des pisolites enrobés dans une pâte d'hydrate d'alumine incolore. En lumière polarisée parallèle, on distingue çà et là des paillettes d'hydrargillite, qui ne sont pas visibles sur cette photographie faite en *lumière naturelle*. — *Grossissement* : 4 diamètres (p. 310, 320).

FIG. 5. — Alluvion actuelle faiblement cimentée de la berge du Niandan ; les grains de quartz sont entourés par une mince zone d'halloysite biréfringente. *Lumière polarisée*. — *Grossissement* : 35 diamètres (p. 321).

FIG. 6. — Pisolites ferrugineux développés dans la cuirasse de latéritoïde d'alluvions quartzeuses. Les grains sont constitués par du quartz enveloppé par de la stilpnosidérite imprégnant un silicate et de l'hydrate d'alumine. Kilomètre 591 entre le Niger et le Niandan. *Lumière naturelle*. — *Grossissement* : 4 diamètres et demi (p. 320).

ERRATA

Page 281, ligne 7 (en remontant), au lieu de : *fig. 3*, lire : *fig. 4*.

Page 282, ligne 9 (en remontant), au lieu de : (*5 p. 100*), lire : (*15 p. 100*).



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

C.-A. Lacroix, phot.

Phototypie Berthaud, Paris.

Latérites de Guinée.

Masson & Cie, Éditeurs



Fig. 1

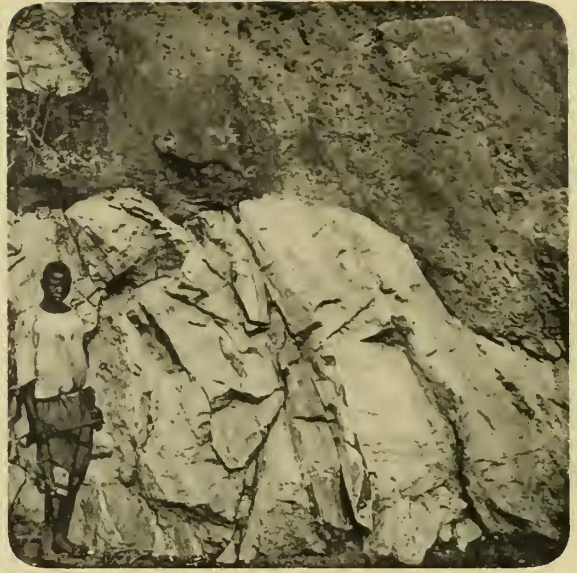


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



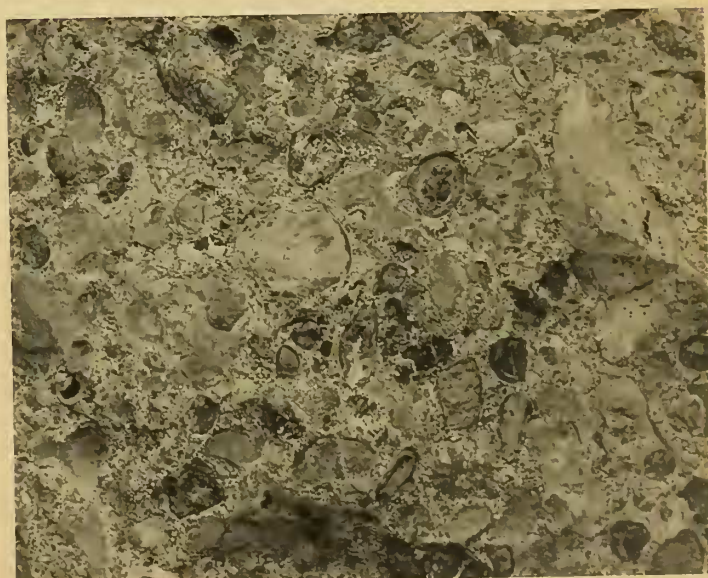
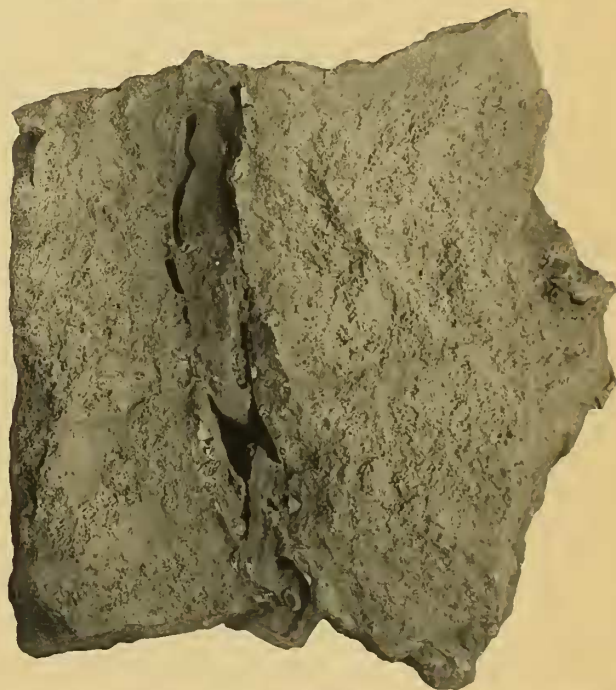
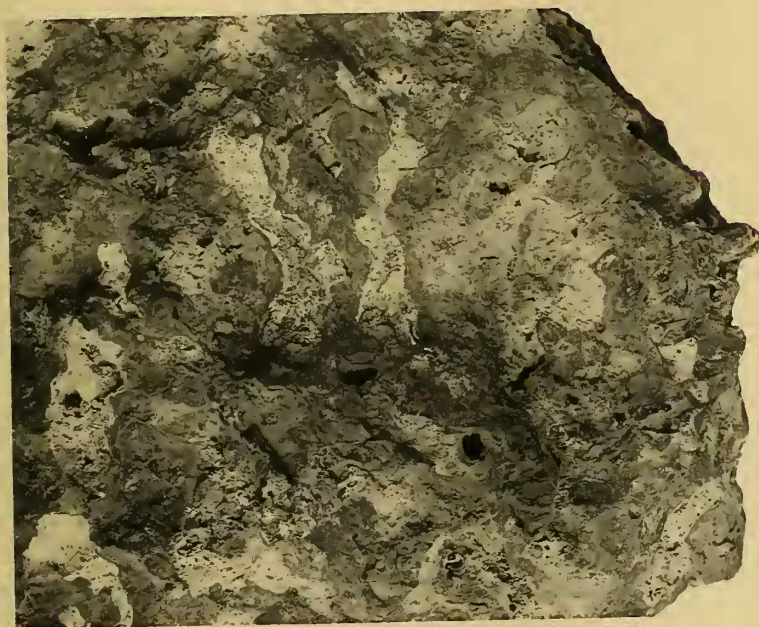
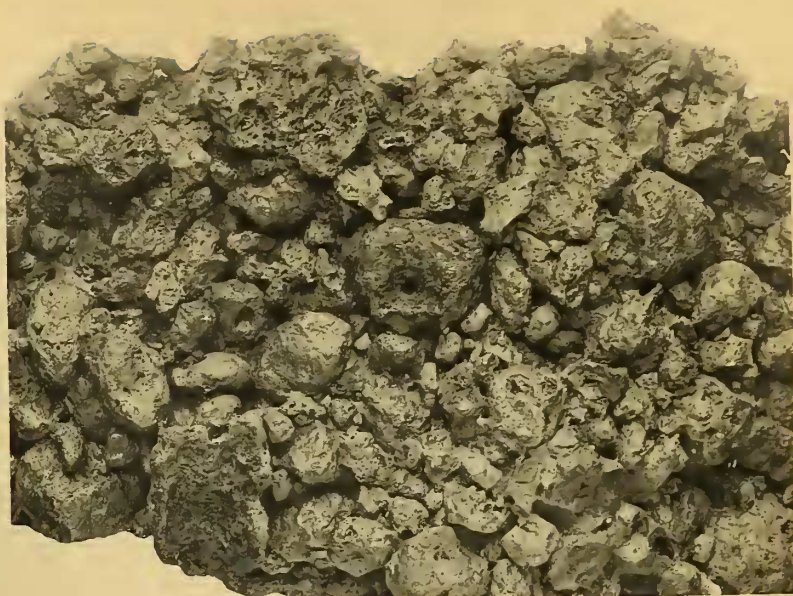
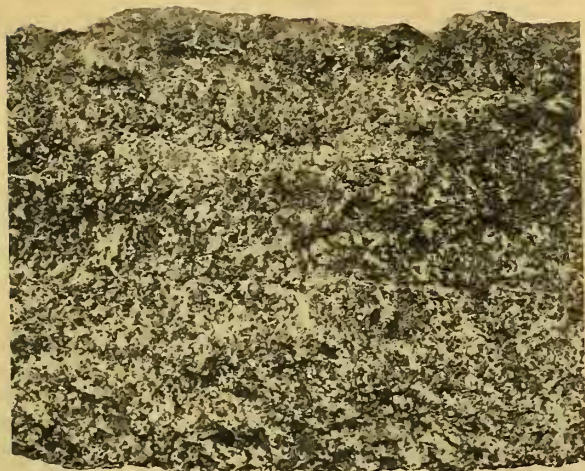
Fig. 6

C.-A. Lacroix, phot.

Phototypie Berthaud, Paris.

Latérites de Guinée.
Syénites néphéliniques de l'île Roume (Los).

Masson & Cie, Éditeurs

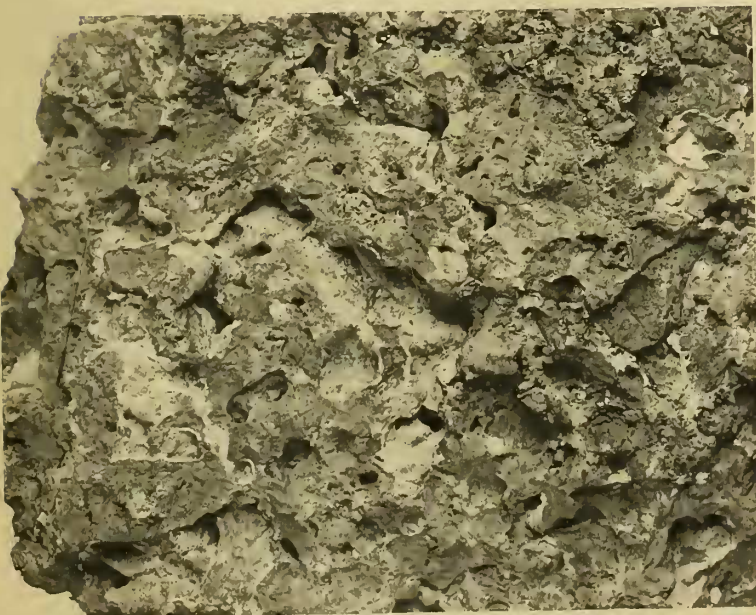
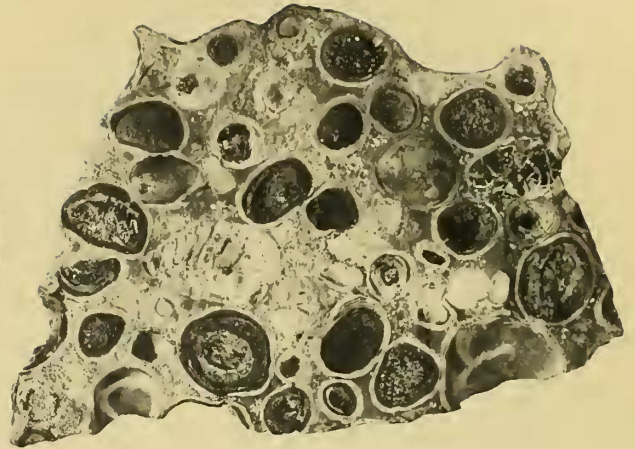
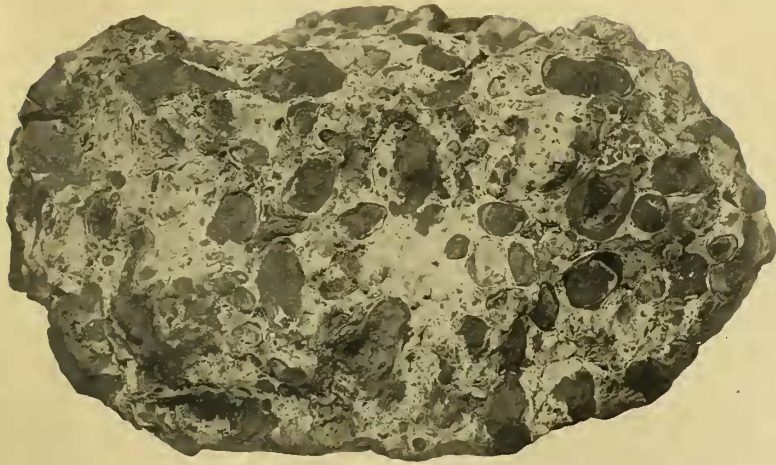


Cintract, phot.

Phototypic Berthaud, Paris.

Laterites de Guinée.

Masson & Cie. Éditeurs



Cintract, phot.

Phototypie Berthaud, Paris.

Laterites de Guinée.

Masson & Cie, Éditeurs

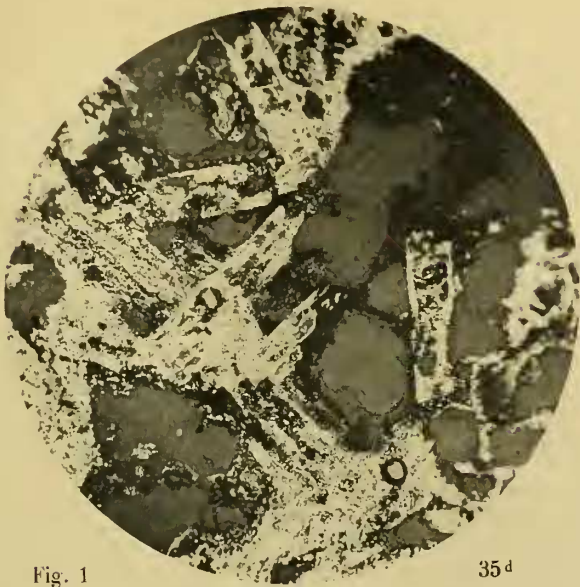


Fig. 1

35^d

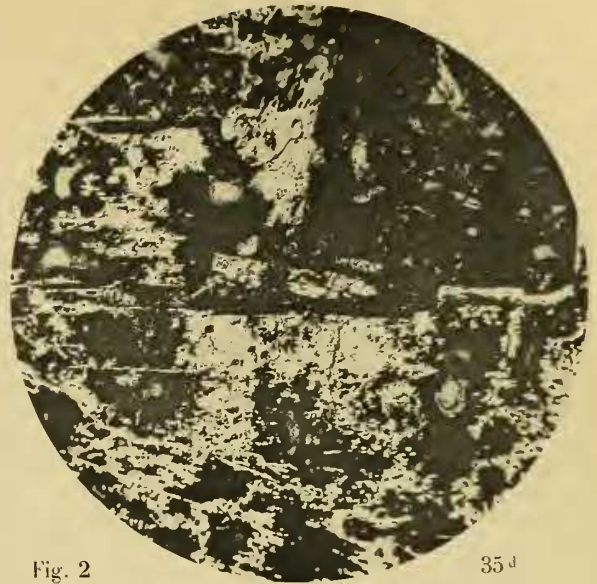


Fig. 2

35^d

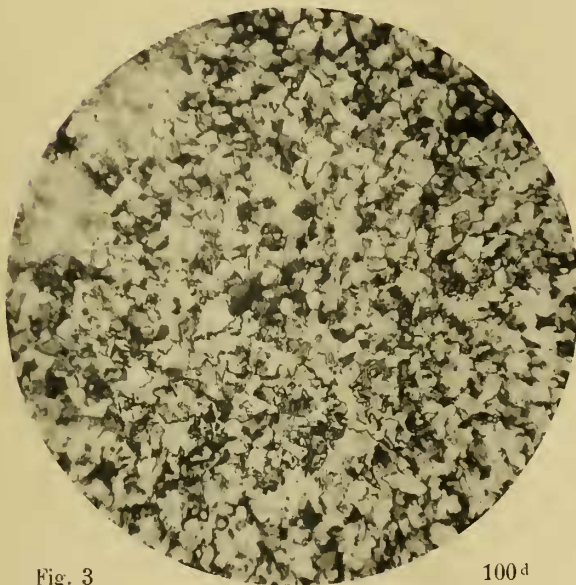


Fig. 3

100^d

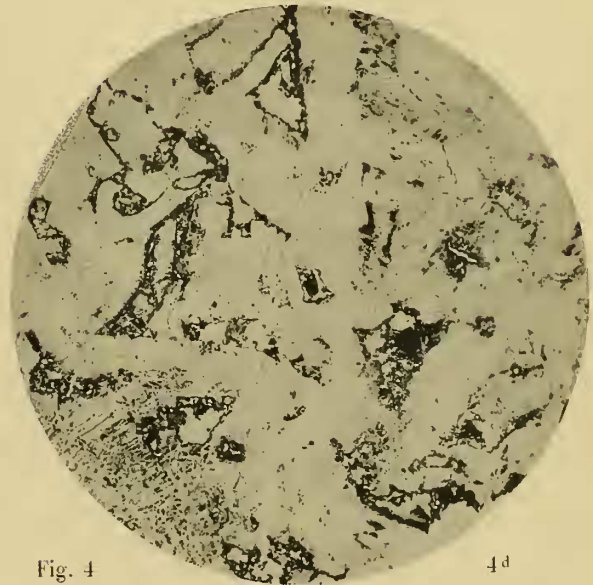


Fig. 4

4^d

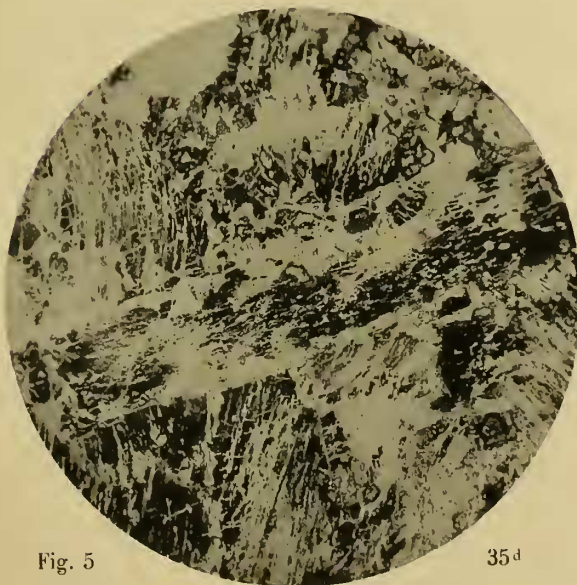


Fig. 5

35^d

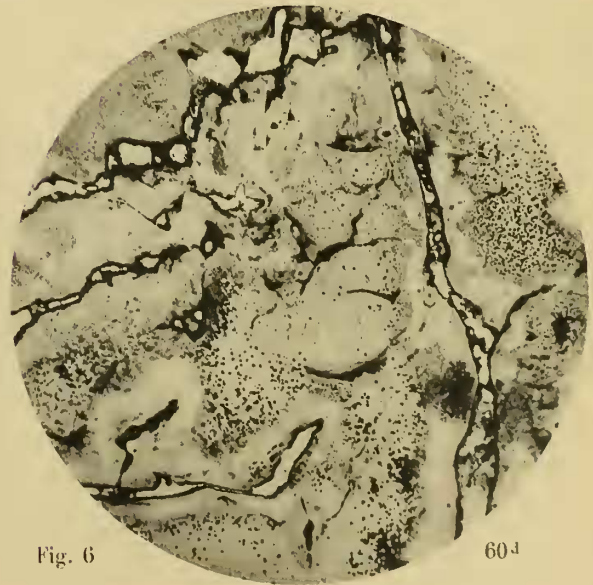


Fig. 6

60^d

F. Monpillard, phot.

Phototypie Berthaud, Paris.

Latérites et argiles latéritiques
des Syénites néphéliniques de l'Archipel de Los.

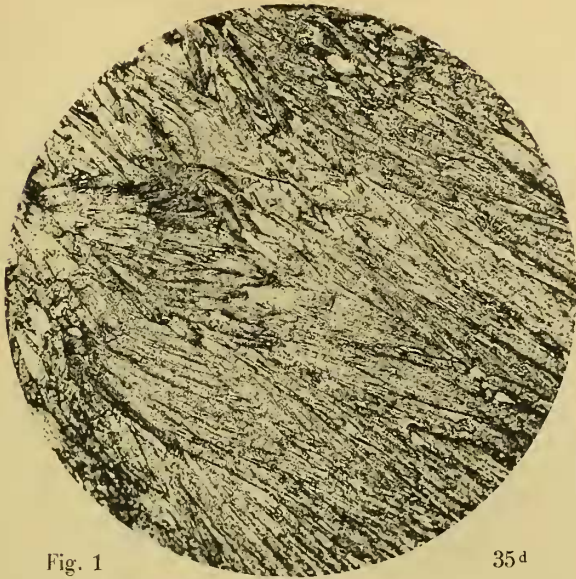


Fig. 1

35^d

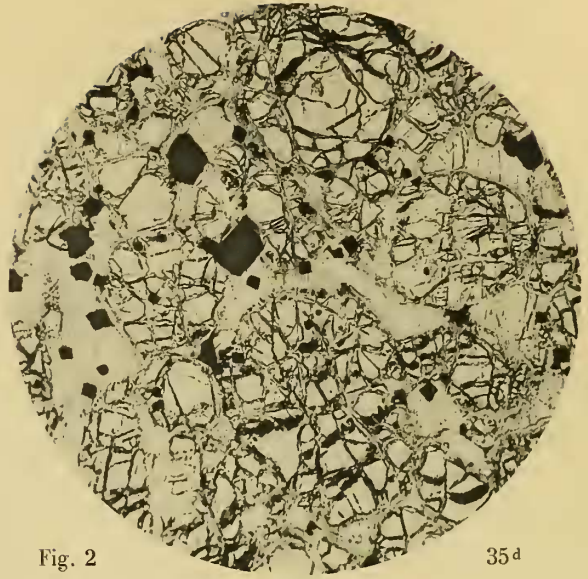


Fig. 2

35^d

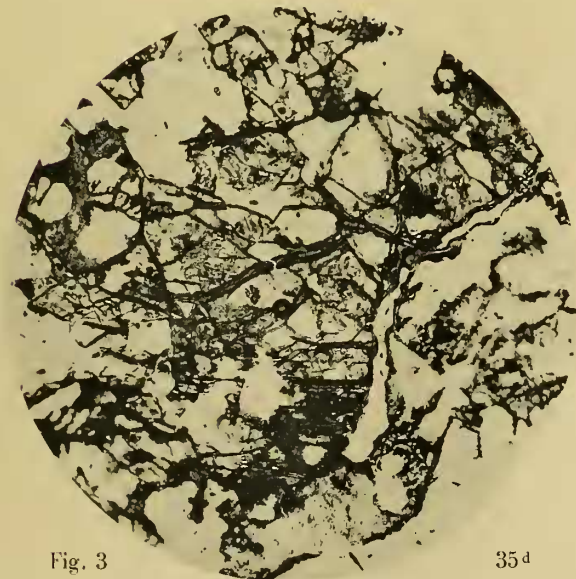


Fig. 3

35^d

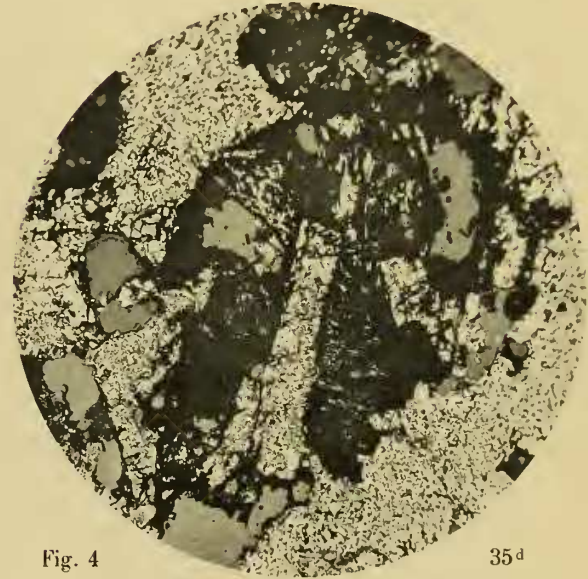


Fig. 4

35^d

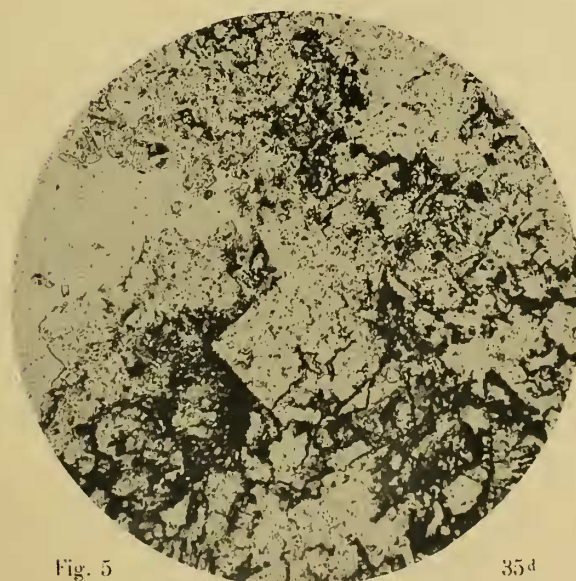


Fig. 5

35^d

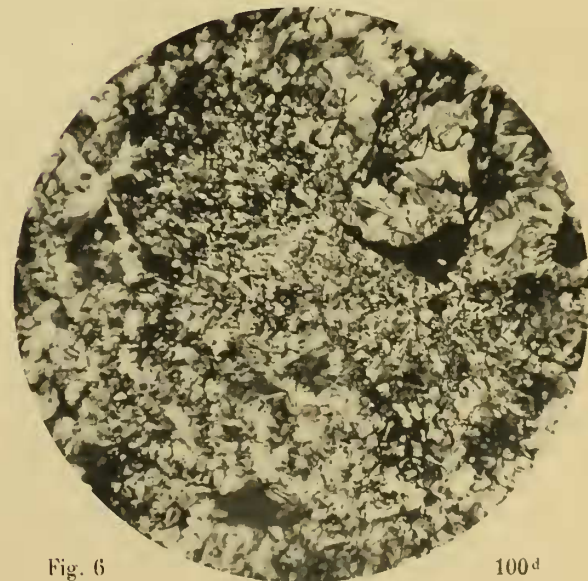


Fig. 6

100^d

F. Monpillard, phot.

Phototypie Berthaud, Paris.

Latérites des peridotites et des gabbros de Guinée.

Masson & Cie, Éditeurs

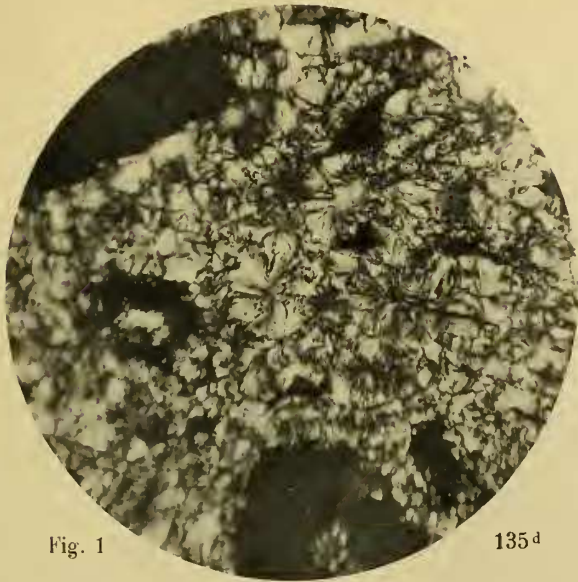


Fig. 1

135^d

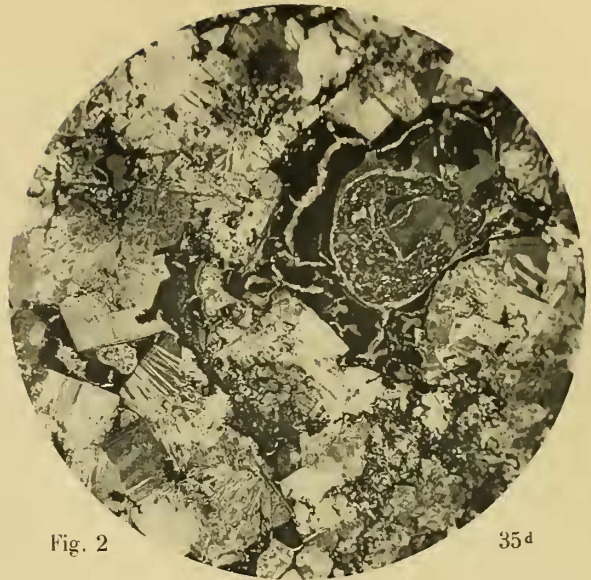


Fig. 2

35^d

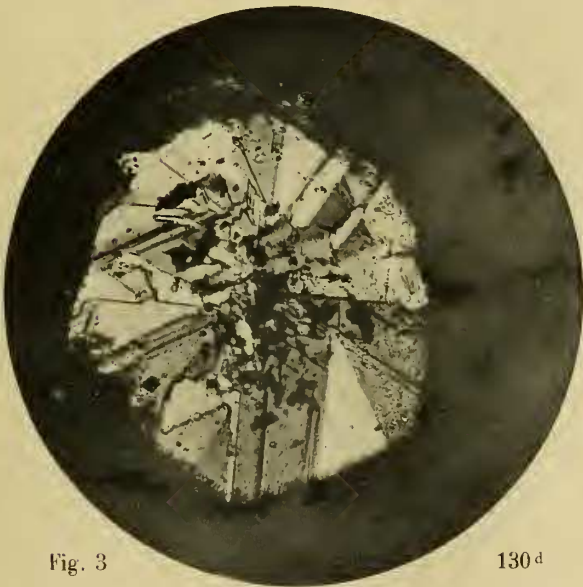


Fig. 3

130^d



Fig. 4

4^d

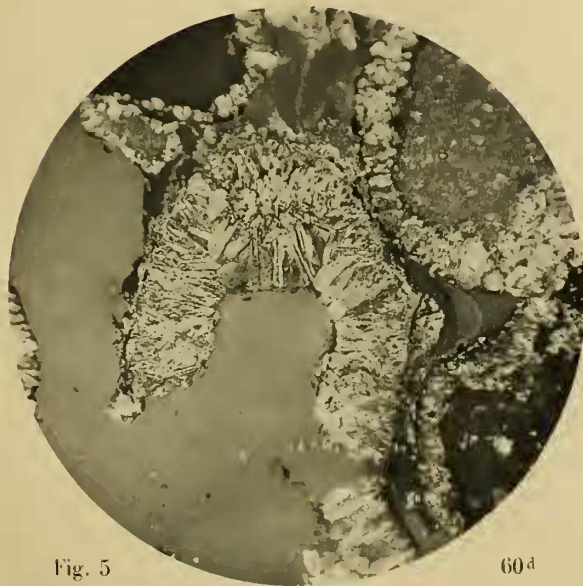


Fig. 5

60^d

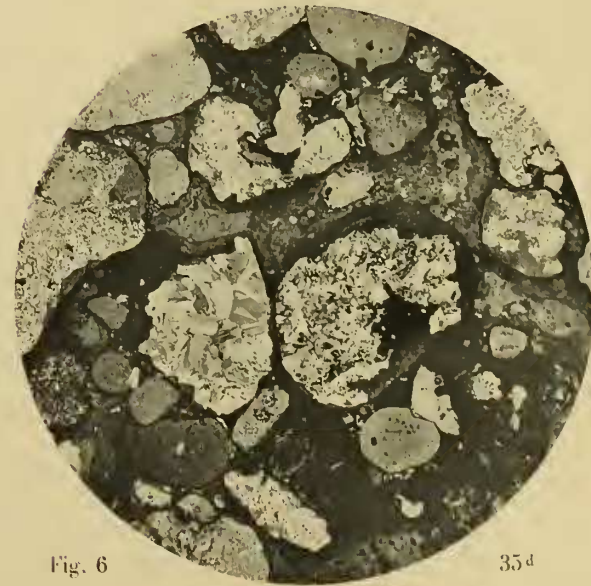


Fig. 6

35^d

F. Monpillard, phot.

Phototypie Berthaud, Paris.

Laterites des diabases de Guinée.

Masson & Cie Éditeurs



Fig. 1

35^d

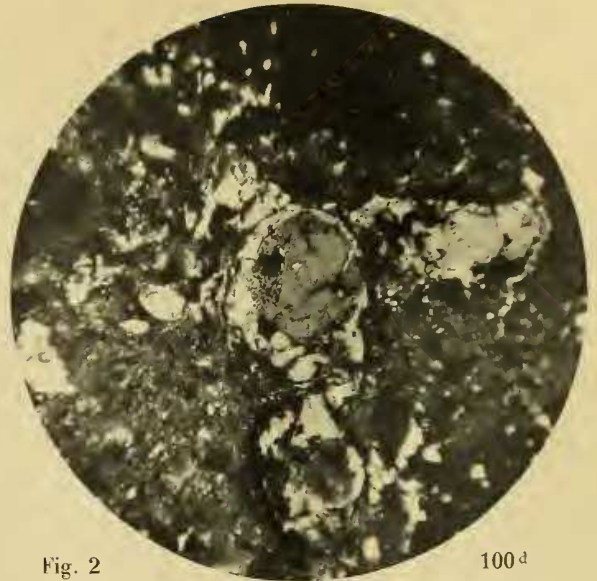


Fig. 2

100^d

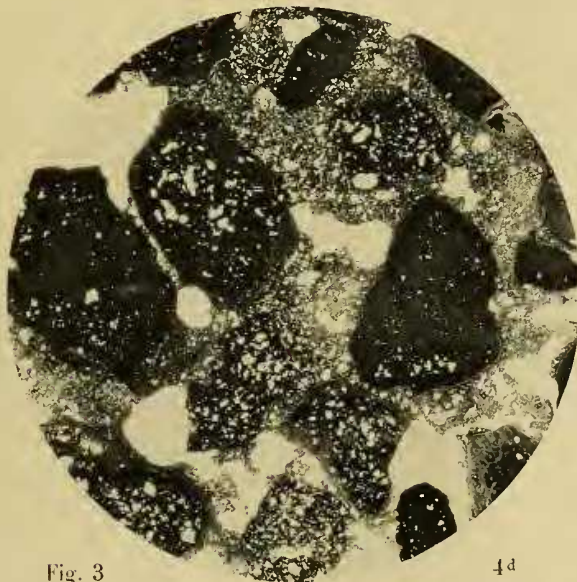


Fig. 3

4^d



Fig. 4

4^d

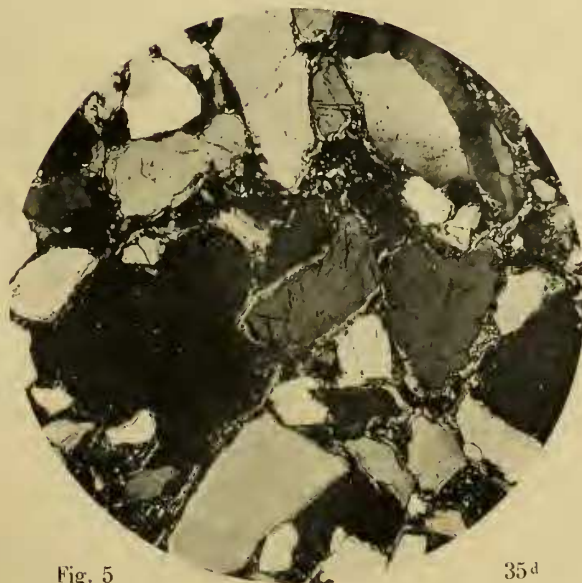


Fig. 5

35^d



Fig. 6

4^{d,5}

F. Monpillard, phot.

Phototypie Berthaud, Paris.

Laterites et latéritoides de Guinée.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	255
--------------------	-----

INTRODUCTION

§ I. — LA QUESTION DE LA LATÉRITE.....	257
§ II. — HISTORIQUE CONCERNANT LA GUINÉE.....	263
§ III. — BUT ET PLAN DE CE MÉMOIRE	269

CHAPITRE PREMIER

Les produits de décomposition des syénites néphéliniques, des gabbros, des diabases et des péridotites.

§ I. — CARACTÈRES COMMUNS DES SYÉNITES, DES GABBROS ET DES DIABASES	271
§ II. — LATÉRITES ET ARGILES LATÉRITIQUES DES SYÉNITES NÉPHÉLINIQUES.....	274
1° Latérites gibbsitiques.....	275
<i>a.</i> Zone de départ.....	275
<i>b.</i> Zone de concretion.....	277
Conglomérats des bords de la mer.....	278
<i>c.</i> Composition chimique.....	279
2° Argiles bauxitiques.....	281
§ III. — ALTÉRATIONS DES GABBROS ET DES DIABASES.....	283
1° Latérites gibbsitiques.....	283
<i>a.</i> Zone de départ.....	284
<i>b.</i> Zone de concretion.....	286
Conglomérats de surface.....	289
<i>c.</i> Composition chimique.....	290
2° Altérations kaoliniques.....	293
§ IV. — LATÉRITES DES PÉRIDOTITES.....	294
<i>a.</i> Zone de départ.....	294
<i>b.</i> Zone de concretion.....	295
<i>c.</i> Composition chimique.....	296
<i>d.</i> Les minerais de fer latéritiques.....	297
§ V. — LATÉRITES ALLUVIONNAIRES.....	298

CHAPITRE II

Les produits de décomposition des schistes micacés, des gneiss et des granites.

§ I. — ALTÉRATIONS DES SCHISTES MICACÉS.....	302
Caractères généraux de la décomposition.	302

<i>a.</i> Zone de départ.....	304
<i>b.</i> Zone de concrétion.....	307
§ II. — ALTÉRATIONS DES GRANITES ET DES GNEISS.....	313
§ III. — ALTÉRATIONS D'ARGILES SÉDIMENTAIRES.....	316

CHAPITRE III

Latérites d'alluvions

(Latéritoïdes)

LA CUIRASSE FERRUGINEUSE DU FOND DES VALLÉES ET DES PLAINES BASSES.....	318
Les alluvions récentes du Niandan.....	321

CHAPITRE IV

Les minéraux des latérites.

§ I. — LES HYDRATES D'ALUMINE.....	325
<i>a.</i> Hydrargillite.....	325
<i>b.</i> Hydrates colloïdaux (alumogels).....	327
§ II. — HYDRATES DE FER.....	329
<i>a.</i> Limonite.....	329
<i>b.</i> Hydrate colloïdal (stilpnosidérite).....	330
<i>c.</i> Déshydratation des hydroxydes de fer.....	331
§ III. — SILICATES D'ALUMINE.....	332
<i>a.</i> Kaolinite.....	332
<i>b.</i> Silicates colloïdaux.....	332
§ IV. — HYDRATES D'ACIDE TITANIQUE (dœllérites).....	334
§ V. — HYDRATE DE SESQUIOXYDE DE CHROME.....	335
§ VI. — HYDRATE DE MANGANÈSE.....	335

CHAPITRE V

Résumé et Conclusions.

§ I. — LA LATÉRITISATION EN GUINÉE.....	336
<i>a.</i> Zone de départ.....	337
<i>b.</i> Zone de concrétion.....	339
Les latérites pisolitiques.....	341
Le durissement des latérites.....	344
Latérites d'alluvions.....	345
§ II. — CONDITIONS DE FORMATION DES LATÉRITES.....	346
§ III. — L'ÂGE DES LATÉRITES.....	350
ÉPLIICATION DES PLANCHES.....	353